DE INGENIEUR

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN AANVERWANTE WETENSCHAPPEN

UIT DE INHOUD No. 42:

ALGEMEEN GEDEELTE 42:

Enkele aantekeningen betreffende de ontwikkeling van de Nederlandse Kunststoffenindustrie, door ir L. C. Stoutjesdijk.

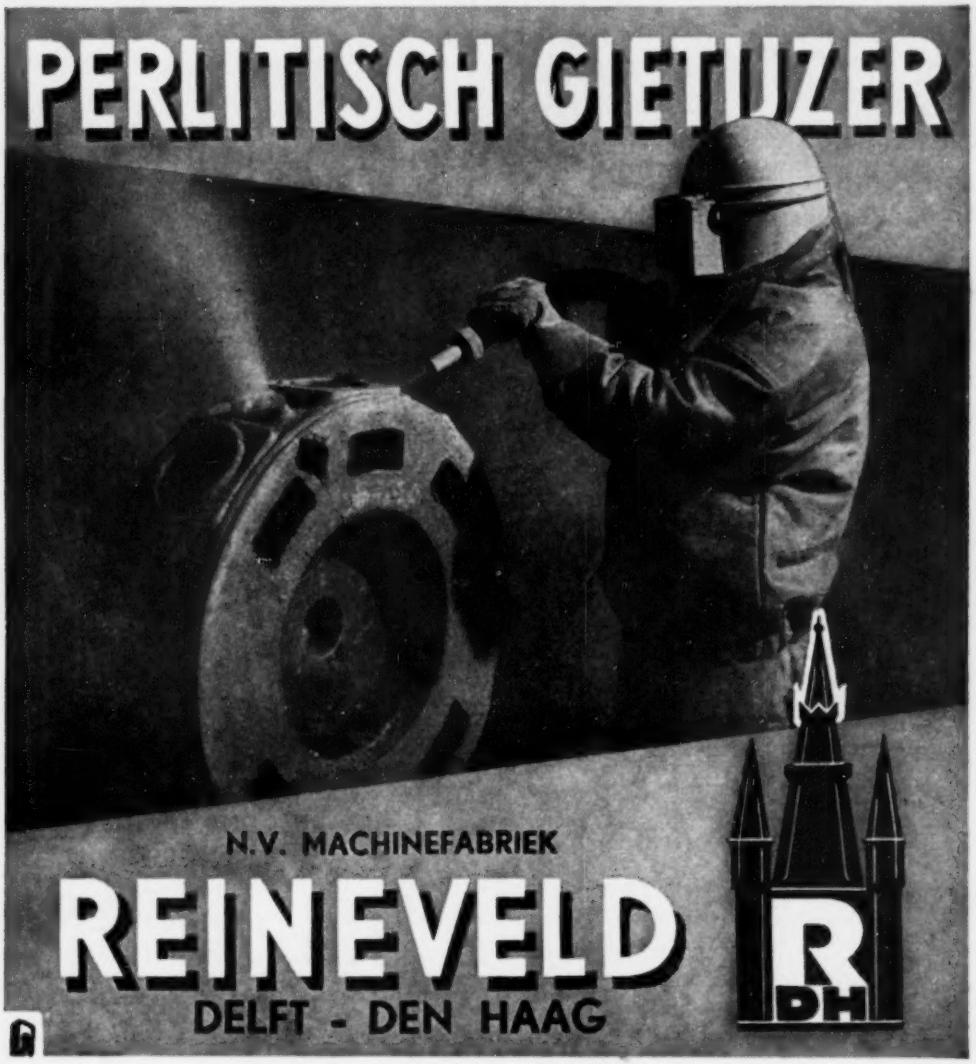
Algemene en bijzondere kenmerken van speurwerk op het gebied der kunststoffen, door dr A. J. Staverman.

CHEMISCHE TECHNIEK 11:

Stofoverdracht en wrijvingsverliezen in kolommen met vullichamen voor destillatie en gasabsorptie, door F. J. Zuiderweg.

MATERIALENKENNIS 10:

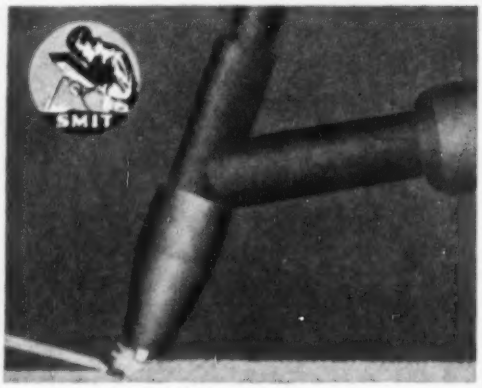
Korrosion, Decapieren, Inhibition und Passivität der Metalle, door Jean Frasch.



Ingenieur. Jaargang 62 **No. 42** || A. 483-492; Ch. 75-80; Mk. 87-98 || 's-Gravenhage, 20 Oct. 1950

SMIT NIJMEGEN

Argon-arc lassen



Het procedé voor het lassen van roestvrij staal - aluminium - magnesium e. a. non ferro-metalen

zonder laspoeders

HOLLANDSCH AANNEMERSBEDRIJF

ZANEN VERSTOEP N.V.

SURINAMESTRAAT No. 29 - 's-GRAVENHAGE

TELEFOON 11 48 19—11 24 18

UITVOERING VAN

GROND-, BETON- EN BAGGERWERKEN

AANLEG VAN WEGEN

BAKKER & Co.
RIDDERKERK

MACHINEFABRIEK vervaardigt

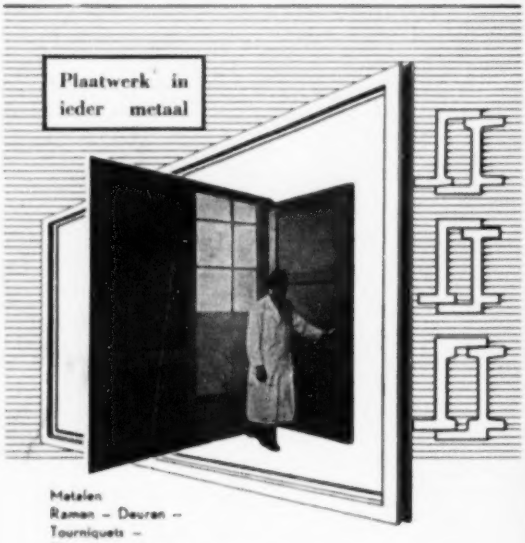
SCHEEPSBOUWMACHINES

ELECTROSTAALGIETERIJ vervaardigt

GIETSTALEN VORMSTUKKEN

op keur van alle classificatie

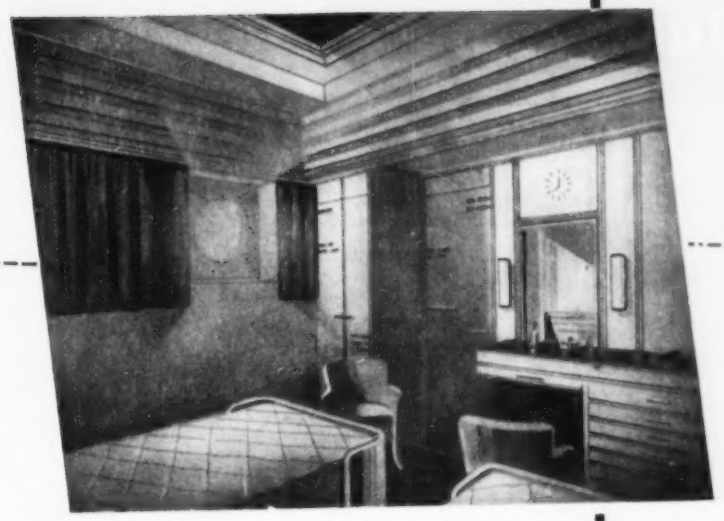
bureaux



Metalen
Ramen – Deuren –
Tourniquets –
Geperste kozijnen –
Wanden – Pulen – Vitrines – Kasten
En vele andere metaalconstructies

Rotterdamsche Plaatwerk Industrie

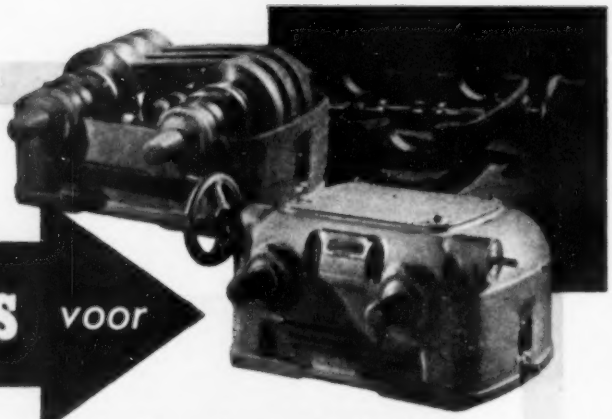
PIEKSTRAAT 20 ROTTERDAM TEL. 71881



Aluminium legering
voor
Scheeps-interieurs
Decoratief
Brandvrij
Universeel

N.V. NEDERLANDSCHE
ALUMINIUM
MAATSCHAPPIJ - UTRECHT

FABRIKANTE VAN PLATEN, PROFIELEN EN BUIZEN



Lindeteves voor

traploze toerenregelaars

van Colombes Europe voor alle industrieën en bedrijven. Stabiel - soepel - robuust - geruisloos - geen slip - geen slijtage - geen onderhoud - geen olieverbruik - hoog rendement. Tot vermogens van 100 p.k.

LINDETEVES N.V. J.W. BROUWERSPLEIN 20 AMSTERDAM - Z. TEL. 25803 - 8 LIJNEN

VICTOR PRODUCTS LIMITED

WALLSEND — ON — TYNE
ENGELAND

*

Victor lampen,

schakelaars

en

verdeelkasten

geschikt voor
gebruik in explosieve
gasmengsels

*

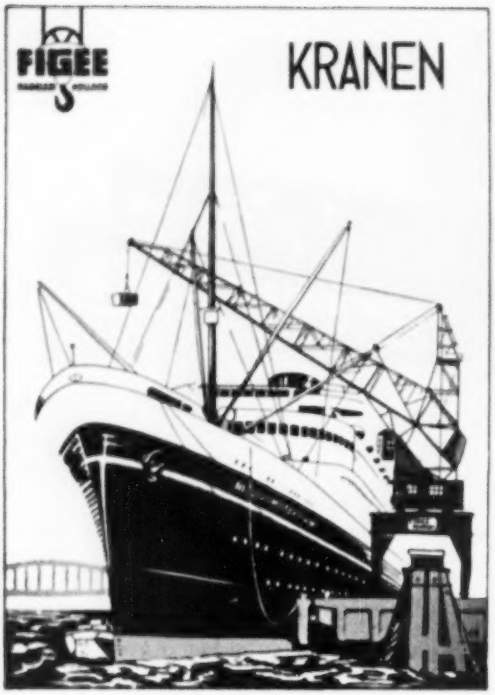
Vertegenwoordigers:

N.V. Ingenieursbur. v/h J. M. C. v. Borselen & Co., Lange Poten 15 A, 's-Gravenhage. Telef.: 114308

Hiduminium
VUGT
DIKKERS
HENGELO

FIGEE

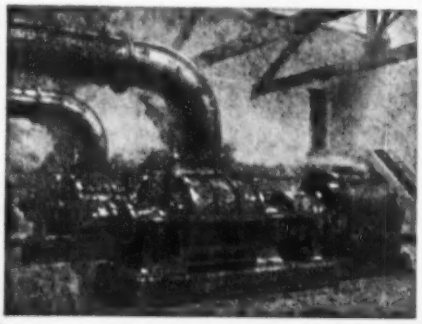
KRANEN



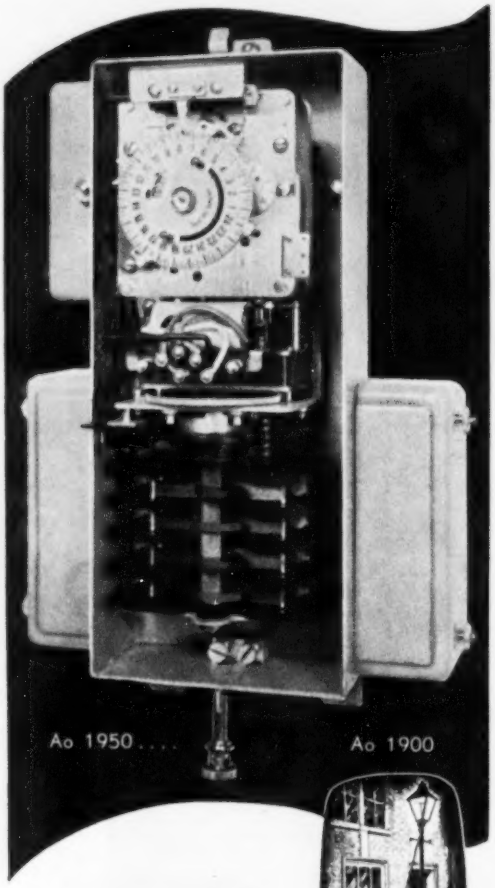
Jaffa

Blowers
Gasmeters
Compressors

Systeem Connersville
(in licentie gebouwd)



N.V. MACHINEFABRIEK
:Jaffa:
UTRECHT



SAUTER
schakelklokken
tijdschakelaars

van 0.5 Amp. - 100 Amp. en voor tariefschakeling. Met handopwinding, electrische opwinding of synchroonaandrijving. Met of zonder astronomische verstelling van de schakeltijd. Ook te gebruiken voor uitschakeling gedurende spertijd e.d. Te voorzien van dag-, week-, maand-, of jaarprogramma.

Groenpol
GROENEVELD, v. d. POLL & CO's
electrotechnische fabriek n.v.
AMSTERDAM
ROTTERDAM
WORMERVEER
GRONINGEN

Bauduin

DE INGENIEUR

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN DE ECONOMIE VAN OPENBARE WERKEN EN NIJVERHEID
ORGAAN VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
EN VAN DE VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

MET K. I. v. I. EN DE V. v. D. I. STELLEN ZICH NIET VERANTWOORDELIJK VOOR DE DENKBEELDEN IN DE ONDERSCHEIDEN BIJDRAGEN ONTWIKKELD

COMMISSIE VAN TOEZICHT: *Jhr ir* O. C. A. VAN LIDTH DE JEUDE / Prof. *ir* F. WESTENDORP / *ir* H. J. F. ECKENHUIJSEN SMIT, Secr.
VERANTWOORDELIJK HOOFDREDACTEUR: *Ir* H. SANGSTER. PLAATSVERVANGEND HOOFDREDACTEUR: Ir J. VON KÖNIGSLÖW
REDACTIE-ADRES (Tevens voor adresverandering): PRINSESSEGRACHT 23 'S-GRAVENHAGE TELEFOON 117692

Abonnementen en advertentiën: N.V. A. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. DOMSTRAAT 1-3, UTRECHT, TELEFOON 19547. Giro 35973
Abonnementsprijs f 30,- p.j. / Buitenl. f 33,25 Losse nrs. f 1,- Adv. f 0,40 per mm per kolom van ¼ der pag. breedte Contract Spec. Tarief.

A. ALGEMEEN GEDEELTE 42.

Enkele aantekeningen betreffende de ontwikkeling van de Nederlandse Kunststoffenindustrie [1]

579.56:57(492)

door ir L. C. STOUTJESDIJK
Directeur van het Kunststoffeninstituut T.N.O.

In *Fortune* van Mei 1950 troffen wij de twee hierbij weergegeven grafieken aan (fig. 1 en 2).

De ene stelt ons de groei voor ogen, die de productie van plastics over de laatste 10 jaren in de Verenigde Staten heeft vertoond. Die groei is spectacu'air.

De andere grafiek geeft een overzicht van het prijsverloop gedurende diezelfde jaren. Dat prijsverloop bevat een duidelijke indicatie, dat de plastic-industrie nog maar in haar beginstadium verkeert; oudere materialen als tin of koper volgen de algemene prijsstijging na 1945, maar de plastics zoeken nog naar een productieniveau, waarop niet alleen (ten gevolge van capaciteitsuitbreiding en verbeterde productiemethodes) meer *economisch* kan worden gewerkt, doch waarop ook (door prijs en materiaaleigenschappen) *maximale consumptiekansen* bestaan.

[1]) Inleiding ter gelegenheid van het bezoek van het K.I.v.I. aan het Kunststoffeninstituut T.N.O. te Delft.

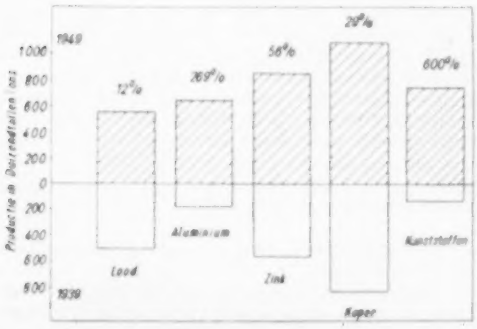


Fig. 1. Productie van kunststoffen en van non-ferro-metalen met toenemings-percentages over 1939—1949.

Wanneer wij nu, met dit Amerikaanse beeld voor ogen, de mogelijkheid van een gezonde kunststoffenindustrie in Nederland objectief trachten te beschouwen, dan springen dadelijk een aantal moeilijkheden in het oog:

1. de relatief kleine Nederlandse consumptie;
2. de remming van de ontwikkeling der chemische industrie in Nederland door de industriële capaciteit van Duitsland vóór 1945;
3. het tekort aan research-capaciteit voor de noodzakelijke snelle industrialisatie;
4. het tekort aan ervaring op het gebied van apparatenbouw;
5. onvoldoende gespecialiseerd-chemische opleiding.

De opsomming is niet volledig. Maar een korte beschouwing over elk van deze m.i. belangrijke punten moge hier dan toch volgen.

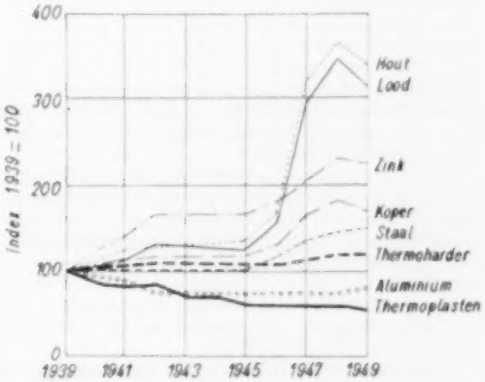


Fig. 2. Prijsverloop van kunststoffen en enkele andere materialen.

Ad 1. De relatief kleine Nederlandse consumptie.

Reeds vóór 1940 bestond in Nederland een plastic-industrie, die niet alleen kunststoffen verwerkte maar ze ook fabrieerde. De fabricage beperkte zich hoofdzakelijk tot kunsthoorn, phenolperspoeders en (op kleine schaal) lakkunstharsen. De verwerking concentreerde zich op die van phenol- en ureumperspoeders tot eindfabrikaten. De ontwikkeling van deze plastic-industrie in Nederland werd kennelijk geremd door de toen vrije concurrentie op de Europese markt, waar vooral Duitsland de toon aangaf. Devieze-belemmeringen kende men toen in Europa praktisch niet.

De capaciteit der gezamenlijke kunststofproducerende bedrijven in Europa was ruim voldoende om aan de vraag van de kunststofverwerkende industrie in Europa te voldoen. Dit heeft de ontwikkeling van de producerende industrie in Nederland ernstig belemmerd: er bestond weinig animo om de concurrentiestrijd aan te gaan met de machtige producerende industrie in het buitenland. Hierbij was ook van belang het ontbreken van een ontwikkelde chemische industrie.

Bij de kunststofverwerkende industrie was de situatie enigszins anders. De investeringen zijn hier in het algemeen en stellig in den beginne geringer. Maar een verwerkende industrie is veel meer ingesteld op locale omstandigheden en haar producten laten veelal een actieve bewerking van buitenlandse markten niet toe. Hierbij komt, dat eventuele kwantitatief interessante eindproducten al spoedig gecopieerd worden door de verwerkende industrie van het andere land. Dit is mogelijk, doordat de verwerkende plastic-industrie nauwelijks een chemische industrie genoemd kan worden; veeleer is het een technische of mechanische industrietak, die ook zonder chemische kennis of ervaring bedreven kan worden.

Na 1945 werd ieder land genoodzaakt te exporteren. Maar de *financiele belemmeringen* noodzaakten de fabrikant zijn calculaties voornamelijk te baseren op eigen en gemakkelijk toegankelijke buitenlandse markten. Was dit voor landen als Engeland, de Verenigde Staten en Frankrijk, met grote afzetmarkt in eigen land, nog mogelijk, in Nederland werd en is ook thans nog het risico enorm groot bij calculaties, gebaseerd op gedeeltelijke export. Een voorbeeld zal dit duidelijk maken. Speelgoed, verkregen door spuitgieten (een vorm van persen) en in alle winkels op de Nederlandse markt te koop, komt voor een deel uit Engeland. Om het hier te maken, dient een matrijs van grote waarde geconstrueerd te worden; de Nederlandse markt neemt 30 tot 50.000 stuks af, maar voor een economische productie zijn minstens 100.000 stuks noodzakelijk. Op deze beperkte markt heeft de Nederlandse industrie, ingevolge de voor een klein land aangewezen *liberalisatiepolitiek*, nog rekening te houden met buitenlandse concurrenten, terwijl in landen als Engeland door hoge *invoerrechten* de importmogelijkheden uit Nederland nog steeds worden beperkt.

Een andere factor bij de ontwikkeling van de Nederlandse kunststoffenindustrie is de grote capaciteit van de *Amerikaanse* machines, die Nederland na 1945 heeft overgenomen en die vóór alles zijn ingesteld op massa-productie, dus op een grote eigen markt. Het is nauwelijks lonend een machine aan te schaffen voor b.v. 1 à 2.000.000 gulden, deze drie weken te laten draaien en daarmede de totale consumptie te dekken. Wederom: belemmering van de verwerkingsontwikkeling.

Herhaaldelijk wordt de vraag gesteld: waarom gaan wij al die kunststoffen niet zelf in Nederland maken? Het buitenland doet het immers ook? Theoretisch zou dat natuurlijk mogelijk zijn, maar practisch zijn de mogelijkheden belangrijk beperkt: door de grote investeringen, die veelal nodig zijn, door onze niet overmatig gunstige oergrondstoffenpositie en door het feit, dat een minimale economische „unit" dikwijls nog te groot is voor een land als het onze. De volgende richtlijnen kunnen worden aangegeven:

I. Een gezonde kunststofindustrie in Nederland is alleen mogelijk, wanneer er *in het land zelf directe toepassingsgebieden* zijn *voor de minimale economische unit*. Door het relatief kleine Nederlandse afzetgebied zijn deze mogelijkheden beperkt; in aanmerking komen:

a. de textielsector;
b. de lak- en verfindustrie;
c. de verpakkingsindustrie;
d. de lijmindustrie;
e. de electrische industrie;
f. de bouwnijverheid.

Wanneer op een van deze gebieden terstond een ruim afzetgebied aanwezig is, zal productie verantwoord zijn. Daarna kan langzamerhand de vaak tijdrovende ontwikkeling van andere toepassingsgebieden ter hand genomen worden.

II. Door een *exclusieve octrooipositie* kan men een situatie bereiken, waarin feitelijk geen afzetproblemen bestaan. Sprekende voorbeelden hiervan leveren de melamineharsen en de arakditlijmen, door C.I.B.A. in Zwitserland ontwikkeld: hoewel dit land arm is aan grondstoffen, neemt het een voornaanstaande positie in en door de bijzondere octrooisituatie heeft men ook de prijsontwikkeling behoorlijk in handen.

Ad 2. De remming van de ontwikkeling der chemische industrie in Nederland door de industriele capaciteit van Duitsland vóór 1945.

Evenals in de Verenigde Staten en in Engeland heeft zich in Duitsland — mede door de beide oorlogen en door het autarkische streven in Duitsland na 1933 — een chemische industrie ontwikkeld, die gebaseerd is op de beschikbare grondstoffen (kolen, petroleum, carbide) en die een vlucht genomen heeft boven de consumptie-mogelijkheden in normaler tijden. In de genoemde landen, ook (wat voor Nederland in het bijzonder van belang is) in Duitsland, trad die chemische industrie vóór en tijdens de oorlog als leverancier van grondstoffen op. Door de bij het vorige punt beschreven kleine eigen markt en de dreiging van buiten is in Nederland de weerstand om tot productie van grondstoffen over te gaan vergroot en de ontwikkeling geremd.

Een typisch voorbeeld van de gang van zaken in dit verband geeft het polystyreen: een product, dat reeds vóór 1940 bekend was, doch pas tijdens het laatste deel van de oorlog en vooral daarna sterk tot ontwikkeling gekomen. In de Verenigde Staten en in Duitsland kwam de synthetische rubberindustrie tot grote ontplooiing, maar toen na de oorlog natuurrubber weer vrij verkrijgbaar was, verminderde om redenen van kwaliteit en prijs de betekenis van de synthetische rubber. Daardoor kwam één van de componenten hiervan, het styreen, overvloedig beschikbaar tegen lage prijs, en het zoeken naar nieuwe „outlets" voor dit product leidde tot de ontwikkeling van het polystyreen en later van de gestyreniseerde olien.

Ad 3. Het tekort aan research-capaciteit voor de noodzakelijke snelle industrialisatie.

Mede door de remming van de ontwikkeling eener Nederlandse chemische industrie vóór 1945 is slechts in beperkte mate de noodzaak gevoeld, de research-capaciteit uit te breiden. En door de onzekere toekomst van deze ontwikkeling kon in Nederland slechts beperkte aandacht worden be-

steed aan de voor een industrie-ontwikkeling zo noodzakelijke specialisatie bij de opleiding, waardoor uitbreiding van de research-capaciteit ook niet meer snel te realiseren was. Daarbij betekende het feit, dat de Nederlander door zijn historisch verleden vooral koopman, maar geen industrieel was geworden, nóg een rem in de ontwikkeling.

Kan het *Kunststoffeninstituut T.N.O.* nu aan de industrie geheel of gedeeltelijk een oplossing brengen voor deze moeilijkheden?

Dr A. J. Staverman zal in een volgend artikel uiteenzetten, dat het kenmerk van de kunstoffenresearch is: het samenkomen van twee verschillende ontwikkelingen van onderzoek, het wetenschappelijke en het technologische onderzoek. De erkenning hiervan heeft de organisatievorm van het Kunststoffeninstituut T.N.O. bepaald (fig. 3). Hierbij is namelijk onderscheid gemaakt tussen:

a. *wetenschappelijke research*, waarbij inzicht doel is en de grondstof bijzaak;
b. *industriële of technologische research*, waarbij studie van de technologie der grondstof hoofdzaak is, doch het inzicht in de technische problemen slechts langzaam volgt.

Toch heeft de Technologische Afdeling van het Kunststoffeninstituut T.N.O. een wetenschappelijk-technologische sectie, die tracht door eenvoudige physische methoden inzicht te verkrijgen in het technologische gebeuren. En hoewel bij de Wetenschappelijke Afdeling de grondstof bijzaak is, streeft men er naar ook daar die studie-objecten te kiezen, waarvan de kennis voor de Technologische Afdeling van belang is. Een scherpe afscheiding is ten slotte niet te maken: men heeft elkaar nodig. Maar op deze wijze wordt een *gespecialiseerde research-capaciteit* verwerkelijkt.

Hierbij komt, dat de afdeling *Industriële Voorlichting* niet alleen in de aanvang helpt bij de keuze van de onderwerpen, door inzicht in de economische aspecten te verschaffen, maar in elk stadium van de ontwikkeling nagaat, welke waarde de bereikte resultaten voor de industrie kunnen hebben. En de afdelingen *Keuring en Analyse* en *Documentatie en Octrooien* vervullen voortdurend hun actief ondersteunende functie ten opzichte van het werk der andere afdelingen. Met het Kunststoffeninstituut T.N.O. staat een levend organisme ter beschikking van de industrie, dat met betrekking tot gespecialiseerde onderwerpen naar mijn overtuiging een aanvullende taak volbrengen kan.

Er doen zich bij het werk van het Kunststoffeninstituut T.N.O. ook wel moeilijkheden voor. Het is moeilijk de wetenschappelijke werkers af te houden van technologisch werk, de researchwerkers te interesseren voor de economische achtergrond van hun onderwerp, de technische werkers waardering bij te brengen voor hun wetenschappelijke collega's. Maar zulke problemen komen bij elke researchinstelling voor en zij kunnen opgelost worden door openlijke gedachtenwisseling tussen de verschillende medewerkers en door het besef van eigen beperktheid aan te kweken, door het bevorderen van *teamwork* en van een geest van samenwerking en saamhorigheid.

Wanneer wij nu nog even stilstaan bij de vraag, hoe de industrie zich de research-capaciteit van het instituut ten nutte kan maken, dan zou ik nog eens de nadruk willen leggen op de gebruikte woorden *aanvullende taak*. Zowel voor groot- als kleinbedrijf is van belang: een levendig besef, dat research en méér research noodzakelijk is om met vrucht te kunnen industrialiseren. Maar men dient ook te beseffen, dat research ups en downs kent, dat research niet altijd (beter gezegd: maar zelden) snel tot resultaten voert, dat een negatief resultaat óók een resultaat is, al kan het niet direct in geld worden omgerekend. Dat nu het accepteren van research-capaciteit voor *kleine industrieën* met geringe eigen capaciteit van belang is, zal wel niemand betwijfelen; van geen kant is zo geroepen om meer contact en meer hulp als door de kleine vooruitstrevende fabrikant. Maar bij de industrieën, die over grote eigen research-capaciteit beschikken, wordt de vraag: kunnen wij niet beter iets toevoegen aan het bestaande dan werk uitbesteden? Voor grote research-capaciteit geldt echter, dat veelal wel resultaten worden verkregen, maar dat door concentratie op deze resultaten verwarring in het normale werkprogramma kan ontstaan. *Tijdelijke aantrekking van externe research-capaciteit* werkt gunstig op een gepland verloop en waar de noodzaak van topcapaciteit zich geregeld voordoet, zonder

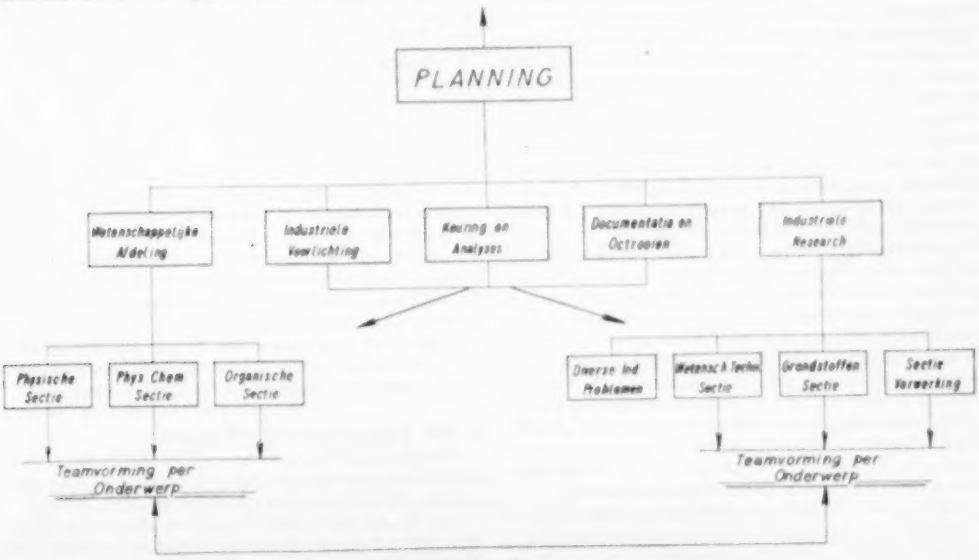


Fig. 3.

voorshands eigen uitbreiding te rechtvaardigen, daar is de beschikbaarheid van externe capaciteit als buffer van groot belang. Deze tijdelijke aantrekking van externe researchcapaciteit schept voor het Kunststoffeninstituut T.N.O., dat met deze behoefte van de gehele chemische industrie rekening dient te houden, de verplichting tot handhaving van een permanent ter beschikking staand researchvolume. In deze beschouwing zou men dan ook een verklaring kunnen vinden van het feit, dat zowel klein- als grootindustrie met het Kunststoffeninstituut T.N.O. in verbinding zijn getreden.

Ad 4. Het tekort aan ervaring op het gebied van apparatenbouw.

Hierover kan ik kort zijn: ieder die zich voor de taak gesteld ziet, door research verkregen resultaten in practijk om te zetten, kent de moeilijkheid van deze realisatie.

Nemen wij als voorbeeld de keuze van de grootte ener semitechnische apparatuur: altijd doen zich weer nieuwe moeilijkheden *bij vergroting* voor. Laten wij bekennen, dat Nederland op dit gebied ten achter staat bij landen als Duitsland en de Verenigde Staten, al wordt er hard gewerkt om deze achterstand in te halen. De kosten voor semitechnische research zijn een veelvoud van die voor laboratoriumresearch; laten wij zeggen het 10-voud, althans voor het eerste stadium.

Ook dit vormt een belemmering voor de ontwikkeling, speciaal bij kleine industrieën. Bij de realisatie van projecten moet dan ook terdege rekening gehouden worden met de beschikbaarheid van *chemical engineering-capaciteit*. Een opbouw bij de groot-industrie of een poging tot combinatie van kleinere industrieën is vaak noodzakelijke voorwaarde voor succes.

Ad 5. Onvoldoende gespecialiseerd-chemische opleiding.

Ook hier weer: de kleine markt! Als wij aan de opleiding van chemici denken, moeten wij ook overwegen dat er een markt voor deze mensen moet zijn; vandaar de neiging in Nederland, de opleiding zoveel mogelijk „all round" te houden. In landen als de Verenigde Staten en Duitsland streeft men in sterkere mate naar specialisatie en is dit ook verantwoord, omdat de markt voor deze specialisten zeer veel groter is dan in Nederland.

Het Kunststoffeninstituut T.N.O. tracht voor de nieuw groeiende tak van industrie-specialisten te kweken, die naar behoefte naar het bedrijfsleven kunnen afvloeien. Het is interessant, hierbij de aandacht te vestigen op een artikel in *Chimie et Industrie* (Maart 1950), waarin een beschrijving wordt gegeven van de opleiding bij de I. G. Farben.

Algemene en bijzondere kenmerken van speurwerk op het gebied der kunststoffen[1]

0018.91:679.56/57

door dr A. J. STAVERMAN

I. Inleiding

Laat ik beginnen met U gerust te stellen: ik ga niet bewezen, dat de kunststoffen „belangrijker" zijn dan alle andere materialen, ook niet, dat wij de 20ste eeuw de „Plastic Age" zouden moeten noemen. Wanneer wij de quantiteiten kunststoffen, die in de wereld verwerkt worden, vergelijken met de hoeveelheden staal, hout, beton en steen, dan blijken deze hoeveelheden kunststoffen daarvan slechts een fractie te zijn. Immers, wij kennen nog steeds geen bruggen van plastic, huizen van plastic, treinen van plastic of dijken van plastic en ook op het textiel-gebied zijn de quantiteiten synthetische vezels verdwijnend gering vergeleken bij die van hun oude concurrenten.

Wanneer ik echter naast de algemene kenmerken meen ook bijzondere kenmerken van het speurwerk op het gebied der kunststoffen te kunnen aanwijzen, dan bedoel ik daarmede, dat het gebied der kunststoffen gebleken is de ontmoetings-plaats te zijn van twee grote groepen pioniers in de ontdekkings-geschiedenis der natuurwetenschap.

Ik verbeeld mij niet origineel te zijn met de uitspraak, dat het natuurwetenschappelijk onderzoek voor de 20ste eeuw dezelfde betekenis heeft als de grote ontdekkingsreizen voor de 16e en 17e eeuw hadden. Ook bij deze ontdekkingsreizen gebeurde het wel eens, dat verschillende groepen onderzoekers, die uitgegaan waren van verschillende punten van de bewoonde wereld, elkaar ergens midden in het onbekende land ontmoetten. Het meest recente voorbeeld van een dergelijke ontmoeting is misschien die te Fasheda geweest, waar in 1898 een N-Z-trekkende Engelse groep onder Kitchener, en een W-O-trekkende franse groep onder MARCHAND elkaar aan de Boven-Nijl tegenkwamen.

Welnu, aan een dergelijke ontmoetingsplaats doet de research van de kunststoffen anno 1950 denken. De groepen pioniers zijn in deze vergelijking aan de ene kant mannen van de zuivere wetenschap, die speuren naar algemene principes om tot begrip te komen van de stoffelijke wereld, aan de andere kant de ingenieurs, die op zoek zijn naar materialen met steeds betere eigenschappen of combinaties van eigenschappen. Ik hoop U in de loop van deze voordracht duidelijk te maken, dat juist deze ontmoeting aan het speurwerk op kunststoffen-gebied zo'n bijzonder karakter geeft. Wanneer de kunststoffen alleen gevonden waren door de ingenieurs, dan zouden zij een nieuwe klasse van materialen vertegenwoordigd hebben naast de oudere zoals metaal, hout, keramiek, glas en steen en van deze nieuwe materialen zou in de loop der jaren een even gedetailleerde technologie opgebouwd zijn als bij de oude materialen in de loop der eeuwen geschied is. Wanneer de kunststoffen alleen door de wetenschappelijke onderzoekers gevonden waren, zouden zij een nieuwe tak van wetenschap hebben gevormd, even interessant en even gecompliceerd als b.v. de theorie der gassen of der atoom-structuur. Het aardige bij de kunststoffen is nu echter, dat deze beide groepen onderzoekers ongeveer tegelijk en vrijwel onafhankelijk van elkaar in dit gebied terecht zijn gekomen.

Ik zal in het volgende trachten U deze ontmoeting te beschrijven. Laten wij ons daartoe in gedachten achtereenvolgens bij elk der beide betrokken groepen aansluiten.

II. Het Wetenschappelijk Onderzoek

Wanneer wij de groei der wetenschap gedurende de laatste 100 jaar overzien, dan zien wij in de eerste decennia van die 100 jaar twee grote gebieden ontsloten worden.

Aan de ene kant maken de physici grote vorderingen, allereerst in de thermodynamica, later in het correleren van thermodynamische eigenschappen der stoffen, speciaal van

[1] Inleiding tot een voordracht ter gelegenheid van het bezoek v. h. K.I.v.I. aan het Kunststoffeninstituut T.N.O. te Delft.

de gassen, met de moleculaire bouw ervan. Wij weten, dat de grote triomphen der natuurkunde, behaald door onderzoekers als GIBBS, MAXWELL en BOLTZMANN, liggen in het formuleren van zeer algemene uitspraken over betrekkingen tussen meetbare grootheden en ook in het beschrijven van deze meetbare grootheden als statistische gemiddelden van zekere moleculaire eigenschappen, gemiddelden over zeer vele posities en snelheden der moleculen. Het is misschien niet ieder duidelijk, hoezeer juist dit laatste, d.w.z. het interpreteren van macroscopisch meetbare grootheden als statistische gemiddelden van moleculaire eigenschappen, heeft bijgedragen tot ons inzicht in de bouw en de krachtvelden der moleculen en eigenlijk ook tot ons geloof in de realiteit van deze moleculen. Immers van de chemische kant maakte men wel veelvuldig gebruik van de hypothese, dat de stoffen uit atomen en moleculen zouden zijn opgebouwd, maar men kon altijd nog menen, dat deze hypothese slechts een symbolische weergave was om het gebruik van zekere reken-grootheden (atoom-gewichten, aequivalent-gewichten) bij de chemische analyse te rechtvaardigen.

Deze statistische berekeningen hadden voorlopig alleen duidelijk succes bij de bestudering van gassen. De volgende materialen die zich leenden voor een exacte physische beschrijving bleken de kristallen te zijn. Hierbij bleek echter dat de mechanica van de minuscule atomen een beetje anders is dan die van macroscopische ping-pong- respectievelijk biljart-ballen en de ontwikkeling van deze nieuwe mechanica, de zogenaamde quantum-mechanica, vergde een groot deel van de resterende decennien.

Aan de andere kant vorderden, geheel onafhankelijk van deze physica, de organisch-chemici enorm met het bereiden en beschrijven van nieuwe organisch-chemische verbindingen. Als leidraden bij hun onderzoekingen hadden zij de vier-waardigheid van de koolstof, de structuur-formules met de valentie-streepjes, later aangevuld door de formules van KEKULÉ voor aromatische verbindingen en de stereochemische theorieën van VAN 'T HOFF en LE BEL voor zogenaamde asymmetrische verbindingen.

Tussen deze twee uitersten, die weinig contact met elkaar hadden, werkte de physico-chemicus aan phase-leer en electro-chemie, aansluiting zoekende in beide richtingen. Vooral door de ontwikkeling van de quantum-mechanica en de toepassing daarvan bij de beschrijving van de chemische verbindingen zijn deze 3 groepen in de 30-er jaren van deze eeuw geheel tezamen gesmolten. Zeker zijn er nog weinig physici die iets van organische chemie afweten en weinig organici die physica kennen maar toch zijn deze gebieden zodanig samengesmolten, dat men niet met enige zekerheid kan zeggen, waar de scheidingslijn zou lopen.

Omstreeks 1936 nu, vonden de organische chemici het principe, volgens hetwelk moleculen, bestaande uit zeer veel, veelal duizenden atomen, kunnen worden opgebouwd. Men behoeft daartoe slechts de gewone methoden van de organische chemie, waarmede twee organische resten aan elkaar verbonden worden, doordat elk der moleculen een actieve groep of *functie* bezit, die met de overeenkomstige functie van een ander molecuul reageert, toe te passen op moleculen met twee of meer dergelijke actieve groepen. Het is niet moeilijk in te zien, dat wanneer

$$R_1A + R_2B \rightarrow R_1R_2 + \text{bijproducten}$$

de symbolische voorstelling is van het reageren van twee moleculen met één functie, mono-functionele moleculen, dat dan

$$A\,R'\,A + B\,R''\,B \rightarrow (R'R'')_n + \text{bijproducten},$$

de reactie-vergelijking voorstelt van bi-functionele moleculen. Hierbij kan n een zeer groot getal zijn, d.w.z. er kunnen zeer lange slang-vormige of lineaire moleculen ontstaan. Wanneer ik van tri-functionele moleculen zou uitgaan, dus b.v. met drie groepen A of nog meer, dan zouden zelfs moleculaire-netwerken ontstaan. Het bleek, dat in alle gevallen, waarin de chemici dergelijke lineaire of netwerk-achtige zeer grote moleculen synthetiseerden, er producten gevormd werden van een grote taaiheid. In principe zijn de structuren van alle kunststoffen hiermede opgehelderd. Dit inzicht ontstond in 1929 onder invloed van onderzoekers zoals KIENLE, STAUDINGER en CAROTHERS en leidde bij de laatste regelrecht tot de ontdekking van het nylon.

Ook de physici zagen zich in hun arbeid een nieuw veld ontsluiten en wel in 1934 toen tegelijkertijd MARK en GUTH enerzijds en KUHN anderzijds tot de ontdekking kwamen, dat de elasticiteit van rubber beschreven kan worden door gemiddelden te berekenen van de samentrekkende krachten, die ontstaan tussen de uiteinden van lange slang-vormige moleculen, wanneer deze slangen in heftige Brownse beweging verkeren. Evenals bij de gassen leidde deze ontdekking ertoe, dat de realiteit van deze slangen aan de betrokken onderzoekers veel duidelijker voor ogen kwam te staan.

Evenals bij de gassen is de fundamentele ontdekking, dat macroscopische eigenschappen molecuiair-statistisch geïnterpreteerd kunnen worden, oorzaak geweest van een grote verdieping van het inzicht in allerlei details. Niet alleen de elasticiteit, ook de viscositeit werd het object van een statistische interpretatie. Met deze twee elementen is in principe de mogelijkheid gegeven van een statistische beschrijving van het gehele mechanische gedrag der kunststoffen. De verdere ontwikkeling van de toepassing der statistiek ontstond, toen bleek, dat ook de oplosbaarheid en mengbaarheid van polymeren statistisch behandeld kunnen worden. Wanneer men weet, hoezeer de vraag naar de mengbaarheid en de oplosbaarheid van verbindingen het gehele experimentele en theoretische onderzoek in physische en organische chemie en biochemie beheerst, dan is het duidelijk, hoe welkom iedere theorie moet zijn, die hierin enige voortgang maakt. Door de artikelen nu van FLORY, HUGGINS, GUGGENHEIM en verscheidene anderen, waaronder ook ondergetekende, is tenminste één term van de vrije energie, die de mengbaarheid bepaalt, moleculair interpreteerbaar geworden, n.l. de oplos-*entropie*. Ook over de oplos-*energie*, de andere term krijgen wij door de gezamenlijke arbeid van vele onderzoekers steeds meer informatie.

Een derde aspect van de uitwerking van de zuivere wetenschap op de kunststoffen-research, naast het organisch chemische en het moleculair statistische wil ik hier alleen maar even aanduiden; dat is kennis van en het inzicht in de katalyse. De polymerisatie-reacties bleken n.l. door zeer verschillende klassen katalysatoren op zeer verschillende wijzen te worden beïnvloed. Niet alleen heeft de kunststoffen-chemicus veel profijt van ons toenemend inzicht in de katalyse, dat vooral in de petroleum-industrie zozeer is verrijkt, maar omgekeerd kunnen polymerisatie-reacties zeer goed dienen tot het bestuderen van de katalyse zelf, omdat in bepaalde gevallen de uitwerking van elementaire reacties, tengevolge van de polymerisatie vele duizenden malen wordt vergroot. Zo heeft MAGAT bij de studie van de invloed van elementaire deeltjes op chemische processen de polymerisatie-reactie wel eens het chemisch microscoop genoemd.

Hiermede hoop ik U voldoende te hebben getoond, op welke wijze de pioniers der zuivere wetenschap in dit nieuwe en interessante gebied terecht zijn gekomen. Laten wij ons nu tot de technologie wenden.

III. Het Technologisch Onderzoek

Lang voordat de wetenschappelijke inzichten, waarover ik spreek, verkregen waren, maakten de ingenieurs reeds kunststoffen. Celluloid werd reeds vervaardigd toen de organische chemici harsen, die wij tegenwoordig als de meest waardevolle beschouwen, achteloos en misnoegd met kolf en al wegwierpen. Ook de uitvinder van het bakeliet maakte nauwelijks gebruik van de vorderingen der zuivere wetenschap. Men mag dus de ontwikkeling der kunststoffen zeker niet vergelijken met die der radiolampen, kathodestraalbuizen en atoombommen, die zonder de meest geraffineerde toepassingen van de resultaten der moderne wetenschap onmogelijk zouden zijn geweest. Neen, ook zonder de wetenschap zouden de ingenieurs zichzelf een heel eind hebben kunnen helpen. De ingenieurs hebben vooral triomphen gevierd door de ontwikkeling van nieuwe vormgevings-technieken, die de kunststoffen een bijzondere plaats onder de materialen zouden gaan verschaffen. Ik wil hier niet in detail treden, maar noem alleen als mogelijkheden van vormgeving voor kunststoffen: het persen onder hoge en lage druk, het gieten, het spuitgieten, het spuiten, het kalanderen, het blazen, het schuimen, het smeltspinnen, droog-spinnen en nat-spinnen en vele andere, meer bijzondere methoden. Elk van deze vormgevingsmethoden komt ook wel eens bij andere materialen voor, maar de omstandigheden zijn bij de kunststoffen meestal heel anders en voor geen enkel ander materiaal bestaan er zoveel mogelijkheden. U begrijpt, dat er een voortdurende wisselwerking is tussen de onderzoekers van de vormgeving en die van de materialen en dat gezien de vorderingen die de technologie van hout, metalen, aardewerk en katoen heeft gemaakt in de loop van vele honderden jaren, de technologie der kunststoffen een nog bijna onontgonnen gebied is.

Door de merkwaardige eigenschappen van deze nieuwe materialen kunnen de technologen ook veel der oude materialen met behulp van kunststoffen zeer ingrijpend verbeteren.

Ik wil het hoofdstuk technologie niet afsluiten, zonder te wijzen op het grote probleem, dat zich aan de technoloog voordoet bij zijn pogingen, de mechanische eigenschappen van kunststoffen in goed gedefinieerde getallen vast te leggen. Immers, deze materialen hebben vaak zulke wonderlijke combinaties van rheologische eigenschappen, dat de traditionele keuringsmethoden er voortdurend voor raadselen komen te staan. Hier schijnt wel de hulp der zuivere wetenschap onmisbaar.

IV. Slotbeschouwingen

Nadat ik U de bijzondere kenmerken van het onderzoek op het gebied der kunststoffen heb uiteengezet, zou ik nog een paar samenvattende opmerkingen willen maken over de algemene kenmerken in de kunststoffen-research.

Wanneer het algemene kenmerk van alle speurwerk is, dat het een vordering is in onbekende gebieden, dan is dit bij kunststoffen wel in bijzondere mate het geval. Immers, de kunststoffen-onderzoeker weet soms niet eens, of het product dat hij bezig is te maken, wat zijn eigenschappen betreft, in de buurt zal blijken te liggen van rubber of van katoen of van hout. Alleen hierom reeds is het bedrijven van onderzoek op het gebied van de kunststoffen in het bijzonder een zaak van grote bedrijven en van grote instituten. Wanneer een rubber-fabrikant bij zijn pogingen rubber te verbeteren op een stof stuit, die misschien als draad maar niet als rubber te gebruiken is, heeft hij zijn doel gemist, doch een groot bedrijf, dat mogelijkheden heeft zowel voor rubbers als draden als voor thermoharde en thermoplastische materialen en eventueel ook voor lijmen, lakken, schuimen etc., zal veel meer dan een klein, gespecialiseerd bedrijf, profijt hebben van alle mogelijke bijproducten van het laboratoriumonderzoek.

Een tweede algemeen kenmerk van vrijwel alle moderne research treedt bij het kunststoffen-onderzoek zeer op de voorgrond. Dat is het gevaar, dat de toepassings-research het fundamentele onderzoek verdringt. Toepassings-problemen zijn altijd dringender dan wetenschappelijke. Ook is het directe profijt van de oplossing van een toepassingsprobleem veel beter zichtbaar en in geld uit te drukken dan van wetenschappelijke problemen. Belast men daarom een zelfde man of een zelfde groep van personen zowel met fundamentele als met toepassings-research, dan is de kans groot, dat de fundamentele research in de verdrukking komt. Nu zijn er takken van toegepaste wetenschap, die zozeer steunen op de zuivere wetenschap, dat de noodzaak van fundamenteel onderzoek steeds zal worden gevoeld, maar juist door de situatie, die ik boven schetste, n.l. de ontmoeting van onafhankelijke groepen wetenschappelijke en technologische onderzoekers en door het feit, dat het technologisch onderzoek op eigen kracht reeds ver in het kunststoffen-gebied is doorgedrongen, is het genoemde gevaar bij het kunststoffen-onderzoek wel bijzonder groot. De wijze, waarop dit gevaar bezworen is in het Kunststoffen-instituut, n.l. door het creëren van twee verschillende afdelingen voor de verschillende methoden van onderzoek is U reeds door ir STOUTJESDIJK uiteengezet.

Het is duidelijk, dat ook om deze redenen, grote bedrijven en grote instituten naar verhouding zeer veel efficiënter kunnen werken dan kleine.

Een derde punt, waarop ik Uw aandacht wil vestigen, is dat de zogenaamde bijproducten van het kunststoffen-onderzoek, dat wil dus zeggen de resultaten, die niet in de lijn liggen van het vooraf opgestelde research-programma, zowel van technologische als van wetenschappelijke aard kunnen zijn. Over het eerste sprak ik reeds, toen ik opmerkte, dat een onderzoek ter verbetering van rubber wel eens bij een draad of een lijm terecht kan komen; maar misschien nog wel belangrijker is, dat het wetenschappelijk onderzoek naar het verband tussen chemische structuur en de eigenschappen van kunststoffen, voortdurend inzicht verschaft over de diepere oorzaken van de eigenschappen van vele oude materialen, zoals katoen, hout etc. Immers deze materialen zijn, voor zover zij van natuurlijke oorsprong zijn, door de natuur volgens hetzelfde principe opgebouwd, als volgens hetwelk de mens zijn kunststoffen bereidt. Enerzijds profiteert dus de onderzoeker van katoen, wol, zijde, hout en trouwens ook die van metalen en keramische materialen voortdurend van de inzichten, die in de wetenschappelijke polymeer-chemie wordt verkregen, anderzijds kan de polymeer-chemicus lering trekken uit de bestudering van de processen, waarmede de natuur zulke voortreffelijke materialen, zoals natuurlijke rubber, katoen enz. enz. maakt. In de practijk is van deze laatste wisselwerking nog niet veel resultaat verkregen, maar het stemt in elk geval tot nadenken en bescheidenheid, dat de natuur, zonder te beschikken over hoge drukken, hoge temperaturen en geraffineerde machines, materialen maakt, die in qualiteit op één lijn staan met het beste wat het menselijk vernuft tot dusver heeft voortgebracht. Het schijnt zelfs, dat de qualiteit van spinrag nog steeds niet door het laboratorium is geevenaard.

Laat ik tot slot en tevens tot inleiding van Uw bezoek aan ons instituut in gedachten met U een volledig onderzoek, van grondstof tot artikel, in zijn loop vervolgen. Wij

zien het onderzoek achtereenvolgens de volgende stadia doorlopen:

a. monomeer-bereiding, *b.* polymerisatie, *c.* physisch-chemische karakterisering, *d.* samenstellen van het te verwerken mengsel, *e.* het verwerken van dit mengsel, *f.* het technologisch onderzoek (testen) van het product.

Uiteraard doorlopen niet alle onderzoekingen van ons instituut al deze stadia, maar wel kan men zeggen, dat ieder onderzoek dat op ons instituut plaats vindt in één van deze stadia kan worden ondergebracht en, wanneer U bij de bezichtiging van ons instituut een bonte rij van apparaten, machines en laboratorium-opstellingen zult zien, zult U deze steeds in één der bovengenoemde typen van onderzoek kunnen rangschikken.

Wanneer U dan verder bedenkt, dat voor het bereiden van monomeer, dat is dus de grondstof voor de polymerisatie, praktisch de gehele organische chemie te onzer beschikking staat, dat het polymeriseren zowel in oplossing als in emulsie, als in bulk kan gebeuren, onder invloed van zeer uiteenlopende omstandigheden, dat voor de physisch-chemische karakterisering verscheidene, zeer speciale methoden ontwikkeld moesten worden door de uitzonderlijke grootte van de moleculen en dat tenslotte de samenstelling en de verwerking van het mengsel weer een onafzienbaar veld van mogelijkheden openen, dan zult U nog eens begrijpen, hoezeer bij dit soort onderzoekingen een efficiënte verdeling van werkzaamheden en een doelmatige samenwerking van wetenschap en praktijk, van hoofd en hand, noodzakelijk is.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD

Beurzen voor reizen naar de V.S. 1951-1952

Er zijn Fulbright-beurzen voor: I. professoren en geleerden, die speurwerk verrichten, II. leraren, III. studenten, doch slechts, voor zover zij reeds een overeenkomst hebben getroffen met een instelling voor H.O., V.H.M.O. of speurwerk in de V.S. of kunnen aantonen, dat deze waarschijnlijk is. Personen sub I moeten voor 3 maanden aangenomen zijn, die sub II voor het volle schooljaar en die sub III moeten zijn toegelaten voor het volle academisch jaar. De beurzen dekken slechts de kosten heen en terug, niet die van reizen in de V.S., daar het fonds slechts over Ned. crt. beschikt.

Aanvraagformulieren zijn te verkrijgen bij de U.S. Educational Foundation, Bezuidenhout 18 te 's-Gravenhage en moeten uiterlijk ult. Oct. a.s. zijn ingediend. Antwoord kan men aan het eind van het voorjaar of in het begin van de zomer 1951 verwachten.

De beurzen zijn een uitvloeisel van de Fulbright-overeenkomst dd. 17 Mei 1949 tussen de V.S. en Nederland. Als gevolg van deze overeenkomst werken thans 42 Amerikanen aan Nederlandse wetenschappelijke instellingen en 45 Nederlanders in Amerika. Het programma 1951/'52 omvat voor Nederlanders 10 beurzen voor groep I en 100 voor de groepen II en III.

Uit het buitenland

De tonnage, welke het Suezkanaal passeerde, was in 1949 het dubbele van die in 1938, n.l. bijna 69 millioen ton (ruim 10.000 schepen). Vóór de oorlog was 50% der betreffende scheepsruimte uit Gr. Brittannië afkomstig. Nu nog slechts 36%. In een jaar namen de passerende tankers in Zuid-Noordrichting met ruim 8 millioen ton toe, waarbij Noorse schepen het meest op de voorgrond traden.

Voor cinematografische röntgenopnamen zijn thans belangrijk verbeterde apparaten geconstrueerd, voor het gebruik met normaalfilm, welke een groot verschil in aantal beelden per seconde toelaten (3½—50). Wegens de grotere kracht der gebezigde stralen worden deze, om de te onderzoeken persoon niet te schaden, steeds onderbroken en slechts toegelaten, wanneer de lens openstaat, voorts, wanneer slechts weinig opnamen per seconde worden genomen, slechts gedurende een *deel* van de tijd, gedurende welke de lens openstaat (een 4 cm F 1,5 Taylor-Hobson lens). De opnamen kunnen op 4 afstanden 60—120 cm van het scherm worden genomen, waarmee dus een naar behoefte groter of kleiner gebied binnen het beeldvlak komt. Het zeer solide gemonteerd apparaat kan op verschillende wijzen versteld en gewenteld worden, zodat ook opnamen van liggende personen kunnen worden genomen.

The Engineer, 18 Augustus 1950.

PERSONALIA

Ambtsaanvaarding prof. ir J. H. M. A. Thomeer

Prof. Thomeer, benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de afdeling der mijnbouwkunde om onderwijs te geven in de petroleumwinning, zal Woensdag 25 October 1950 des namiddags te 3 ure in een openbare senaatsvergadering in de vergaderzaal van de Senaat der Technische Hogeschool, Oude Delft nr 118, een rede houden naar aanleiding van zijn ambtsaanvaarding.

Ir H. C. A. van Eldik Thieme is bij K.B., te rekenen van 1 October 1950, benoemd tot gewoon hoogleraar in de afdeling der werktuigbouwkunde, scheepsbouwkunde en vliegtuigbouwkunde aan de Technische Hogeschool te Delft, om onderwijs te geven in verkeerstechniek en spoorwegmaterieel.

Ir T. Tromp, directeur van de papierfabriek „Gelderland" is door de Delftse Hogeschoolraad benoemd tot bijzonder hoogleraar voor de papierfabricage.

Ir P. J. de Graaff is als ingenieur werkzaam bij de Kon. Machinefabriek Gebr. Stork & Co N.V. te Hengelo (O.).

Ir J. H. Palm is ingaande 1 October 1950 in dienst getreden bij Van Leer's Vatenfabrieken N.V. te Amsterdam als chef van het laboratorium.

Ir R. W. Dijkhuis is thans werkzaam als ingenieur bij de N.V. Albatros Superfosfaatfabrieken te Utrecht.

Ir J. L. F. Kamm is werkzaam als ingenieur bij de N.V. Heemaf, Afd. Contrôle te Hengelo (O.).

Ir M. P. D. Sijnja is aangesteld als architect bij de Afd. Gebouwen van de Dienst van Publieke Werken te Amsterdam.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

's-Gravenhage Prinsessegracht 23, Tel. 117692, Giro 9995

Candidaat-leden

Voorgedragen volgens art. 12 der Statuten:

Als Gewoon Lid:

Ir L. A. van den Berg; te Rotterdam.

Ir B. de Boer, Ingenieur Publieke Werken; te Amsterdam.

Ir H. Booy, Research-Ingenieur op het Laboratorium voor Chemische Technologie; te Delft.

Ir C. A. P. Dellaert (voormalig lid), Ingenieur bij de Octrooiraad; te Den Haag.

Ir A. T. de Hoop, Assistent aan de T.H. te Delft; te Den Haag.

Ir A. E. Jager, Ingenieur bij de Ned. Siemens Mij N.V.; te Voorburg.

Ir C. W. J. van Koppen, Dienstdoend Officier-Ingenieur bij Luchtmacht-Nederland; te Delft.

Ir G. C. Meruge, Inspecteur van de Arbeid; te Schiedam.
Ir F. H. Prins, Ingenieur bij de Stichting Machinale Landbouw in Suriname; te Delft.
Ir H. J. de Smet; te Aardenburg.
Ir B. Suurenbroek; te Amsterdam.
J. Ijsperert, Technisch Directeur Bosch N.V.; te Nijverdal.

Als Geassocieerd Lid:

Ir J. J. Isphording, Ingenieur bij de B.P.M.; te Amsterdam.

Als Junior Lid:

W. A. G. Blom van Assendelft, S. W. Caspers, A. B. Diepenhorst, F. A. Doorman, J. M. R. Finken, G. Hardenberg, G. A. van Hattem, H. M. W. G. Heukenfeldt Jansen, B. J. Heyna, W. S. Hogenkamp, G. P. L. M. Hoogeveen, N. C. Kist, P. J. van der Laan, W. van Leyden, E. D. van Merkestijn, T. M. Reichert, J.J. Schuitema, H. A. van Streien, A. Wegener Sleeswijk, P. R. Wiederhold, G. Wilmink, J. C. Zoon, B. Zuidema, allen studenten aan de T.H. te Delft.

Mogelijke bezwaren tegen toelating kunnen gedurende vier weken na de datum, waarop de aankondiging bekend wordt gesteld, schriftelijk ingebracht worden bij de Raad van Bestuur.

De Algemeen Secretaris.

Kort verslag tevens notulen van de Instituutsvergadering op Zaterdag 16 September 1950 te 10.45 uur in de Tuinzaal van de Dierentuin, Benoordenhoutse Weg 2, te 's-Gravenhage

De President, Jhr ir O. C. A. van Lidth de Jeude, opent de door 150 leden bezochte vergadering met een woord van welkom, in het bijzonder gericht tot leden van de door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs ingestelde „Commissie voor het bestuderen van de technische opleiding in de Verenigde Staten van Noord-Amerika", die allen aanwezig zijn, behalve de Voorzitter prof. dr ir C. B. Biezeno, die helaas wegens gezondheidsredenen niet aanwezig kon zijn.

Staande hoort de vergadering de voorlezing aan van de namen der leden, die het Instituut sinds de vorige Instituutsvergadering zijn ontvallen en die door de President met enige woorden worden herdacht:

Ir Jacobus Adriaan de Vries, (1904—1950) Hoofdingenieur van de afdeling Staalconstructie, bij de Kon. Fa Penn & Bauduin te Dordrecht

Ir Pieter Labrijn (1878—1950), Oud-Hoofdingenieur, Adj. Chef v. d. Dienst van Tractie en Materieel der Nederlandsche Spoorwegen te Utrecht

François Nicolaas Fabius (1886—1950), Oud-Directeur van het N.V. Technisch Bureau „Insulinde" v/h G. J. A. Steen te Voorburg

Ir Marinus Christiaan Hoenkamp (1887—1950), Directeur van het Gemeentelijk Electriciteitsbedrijf te Rotterdam

Ir Johannes Cornelis Scharp (1879—1950), Hoofdingenieur-Directeur van de Rijkswaterstaat

Ir Willem Hendrik van Schouwenburg (1879—1950) Oud-Hoofdingenieur van de Ned. Indische Spoorweg Mij

Willem Benjamin Smit (1860—1950), Oud-Directeur van de N.V. Electrotechnische Industrie te Slikkerveer

Na het betrachten van een minuut stilte worden de verslagen van de Instituutsvergaderingen van 29 Maart en 22 April 1950, respectievelijk opgenomen in *De Ingenieur* No 22 van 1950 en in de *Voordrachten* No 4 van 1950, goedgekeurd.

De *President* doet vervolgens enige mededelingen:

a) Ter uitvoering van de taak, welke de Verenigde Naties zich gesteld hebben voor hulpverlening aan minder ontwikkelde landen, heeft de Nederlandse Regering ingesteld een „Werkcommissie inzake technische hulp aan laagontwikkelde landen", bij afkorting genaamd de W.I.T.H.A.L.L., die zich onder meer bezighoudt met de uitzending van Nederlandse deskundige krachten op verschillend gebied. Ten einde op ingenieursgebied de keuze van de uit te zenden deskundigen zo effectief mogelijk te doen zijn, wordt door de W.I.T.H.A.L.L. voor dit doel een kleine Technische Commissie ingesteld, samengesteld uit de President van het Koninklijk Instituut als voorzitter, een ingenieur-vertegenwoordiger van de W.I.T.H.A.L.L., een ingenieur-vertegenwoordiger van de Stichting Plan-Export, de Voorzitter van de Vereniging van Delftse Ingenieurs en ir F. M. C. Berkhout als secretaris. Ten einde het contact te versterken, is de Algemeen Secretaris aangezocht, om zitting te nemen in de W.I.T.H.A.L.L. De nieuwe Technische Commissie zal in voorkomende gevallen overleg plegen met de in 1948 ingestelde Instituutscommissie voor Advies en Ingenieurswerken.

b) Het Raadslid L. Neher zal het Instituut vertegenwoordigen in de Werkgroep voor „Technical Assistance" en „Productivity", ingesteld door het Informatiecentrum Bedrijfsleven Plan Marshall.

c) Betreffende de voorgenomen nauwere samenwerking met de Vereniging van Delftse Ingenieurs deelt de President mede, dat deze in de vergadering van deze Vereniging van 13 Mei j.l. uitvoerig besproken werd. Aan deze vergadering was een enquête voorafgegaan. Het rondgezonden enquête-formulier werd door ongeveer de helft der leden ingevuld teruggezonden. Van de leden, die hun mening te kennen gaven, spraken zich 59,3% vóór en 7,6% tegen verder onderhandelen op basis van het voorstel van het Koninklijk Instituut uit, terwijl 33,1% zich hun stem voorbehielden in afwachting van nadere gegevens. Voor een statutenwijziging wordt een meerderheid van 75% vereist. De vergadering van 13 Mei werd door de President en de Algemeen Secretaris van het Koninklijk Instituut bijgewoond, maar de President heeft zich uiteraard niet in de discussies gemengd. De President wil hier volstaan met de mededeling, dat ten slotte het Bestuur van de Vereniging met grote meerderheid van stemmen gemachtigd werd, de onderhandelingen met het Instituut voort te zetten op de in een rondschrijven aan de leden uiteengezette grondslagen en dat het Bestuur bij de onderhandelingen zal worden bijgestaan door een Commissie uit de leden, waarin de verschillende tot uiting gebrachte stromingen vertegenwoordigd zijn.

De Raad van Bestuur wacht thans het nadere contact met het Bestuur der Vereniging af. Te zijner tijd zullen de leden van het Instituut volop gelegenheid krijgen, zich over de nauwere samenwerking uit te spreken.

d) De tweede samenkomst van vertegenwoordigers van de ingenieursinstituten uit de Beneluxlanden (voor de eerste, in April 1949, werd het initiatief genomen door de Belgische Regering) zal op 3 October a.s. plaats vinden. Twee vertegenwoordigers van de Fédération des Associations Belges d'Ingénieurs (F.A.B.I.) en twee van de Association Luxembourgeoise des Ingénieurs et Industriels zullen dan de gasten van het Instituut zijn. Minister Spitzen heeft zich bereid verklaard, de gedelegeerden te ontvangen. De Voorzitter van de Vereniging van Delftse Ingenieurs is uitgenodigd, bij de samenkomst aanwezig te willen zijn.

e) Op 4 Mei j.l. werden op initiatief van de Vlaamse Ingenieurs Vereniging in het Instituutsgebouw een film van haar in 1949 gehouden 20-jarig jubileum en enige andere films vertoond voor een aantal genodigden, waartoe behoorden diegenen, die dit jubileum hebben meegemaakt. Deze wijze van contact werd door allen zeer op prijs gesteld.

f) Op verzoek van het „Rijksmuseum voor de geschiedenis der natuurwetenschappen" te Leiden zullen ruim 400 oude boeken en geschriften op wis- en natuurkundig gebied uit de bibliotheek van het Instituut, waaronder boeken van historische figuren als Simon Stevin, in bruikleen worden afgestaan. Deze boeken werden hier nooit opgevraagd, terwijl zij in Leiden, tezamen met dergelijke geschriften van andere genootschappen, een waardevolle studiebron zullen vormen voor hen, die zich in de oudere geschiedenis van de wis- en natuurkunde willen verdiepen. De boeken blijven het eigendom van het Instituut en zullen afzonderlijk in een kast worden geplaatst.

g) Op verzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen te Amsterdam zal het Instituut gedurende 8 jaar *f* 500,— per jaar bijdragen, om te komen tot de uitgave van de volledige werken van SIMON STEVIN.

h) Op 27 October a.s. zal een Instituutsvergadering te Delft worden belegd, gewijd aan de „kunststoffen", terwijl een vergadering in December in het teken van de „luchthavens" zal staan.

i) Reeds meermalen werd het verzoek gedaan, om aan de omslag van *De Ingenieur* een meer verzorgd uiterlijk te geven. Herhaalde malen werd een poging gedaan, om hiervoor een bevredigend ontwerp te verkrijgen. De Raad van Bestuur meent, hierin thans geslaagd te zijn door bemiddeling van de bekende boekkunstenaar Friedlaender. De groene kleur, zij het in een enigszins andere tint, is daarbij gehandhaafd. Gehoopt wordt, dat met ingang van 1951 *De Ingenieur* zal verschijnen met de nieuwe voorpagina, waarvan een voorbeeld voor belangstellenden ter bezichtiging wordt neergelegd.

De *President* stelt vervolgens aan de orde de goedkeuring van het Algemeen Verslag over het jaar 1949 en van het Financieel Verslag over hetzelfde jaar, beide opgenomen in de Bijlage van *De Ingenieur* No 36 van 1950.

Ir H. VAN HETTINGA TROMP wijst er op, dat hij ongeveer veertien jaar geleden voor het laatst een Instituutsvergadering bijwoonde, maar dat hij thans uit Brussel overgekomen is, om enkele dingen naar voren te brengen, die hij voor het Instituut van belang acht. Hij meent, dat Instituutsvergaderingen meestal in een hoera-stemming verlopen en dat dingen van zeer groot belang vaak snel worden afgedaan. Bij de „rondvraag", die in de aankondiging van de vergadering min of meer in één adem wordt genoemd met de „sluiting", kunnen belangrijke zaken naar voren worden gebracht, maar dan is men zelden in een stemming, om daaraan veel aandacht te schenken. Spreker zou gaarne zien, dat de „rondvraag" vóór of dadelijk na de pauze plaats vindt, of tenminste zo, dat niet reeds de helft der aanwezige leden is weggelopen.

Spreker is het bij het bestuderen van het financieel verslag en van de begroting opgevallen, dat tegenwoordig alle posten veel minder gedetailleerd vermeld worden dan vroeger en dat soms zeer gewenste toelichtingen ontbreken. De leden weten b.v. van de kosten van *De Ingenieur* alleen maar, dat van de uitgever van dat tijdschrift *f* 22.000,— minder werd ontvangen dan vorig jaar, maar een specificatie ontbreekt. Spreker zou gaarne zien, dat het accountantsverslag, dat in het Instituutsgebouw voor leden ter inzage heeft gelegen, voortaan gepubliceerd zou worden. In dat accountantsverslag heeft spreker o.a. gelezen „kosten studiereis naar de U.S. *f* 3800,05", maar hij heeft in het financieel verslag dat bedrag niet onder een der posten kunnen terugvinden. In de Statuten is de bepaling opgenomen, dat de Penningmeester zonder machtiging van de Raad van Bestuur geen uitgaven mag doen, die niet uitdrukkelijk uit de goedgekeurde jaarlijkse begroting volgen en dat na het geven van zulk een machtiging de eerstvolgende Instituutsvergadering daaraan haar goedkeuring moet hechten, maar voorzover hij weet is voor het uitgeven van het bedrag voor die studiereis nooit een dergelijke goedkeuring gevraagd.

Spreker heeft in het accountantsverslag ook gelezen, dat onder de honoraria voor *De Ingenieur* is opgenomen *f* 4893,— voor *mr* MENS FIERS SMEDING. Spreker weet niet, waarom *De Ingenieur* een jurist nodig heeft.

Voor salarissen is uitgetrokken *f* 70.000,—; uitgegeven werd ruim *f* 58.500,—. Van eerstgenoemd bedrag werd geen specificatie gegeven; van laatstgenoemd bedrag heeft spreker in het accountantsverslag slechts het bedrag voor 1 persoon gespecificeerd aangetroffen; spreker meent, dat de leden recht hebben op een volledige specificatie. Zo zou spreker kunnen doorgaan. Spreker verzoekt dus om een meer gedetailleerde begroting en een meer gedetailleerd financieel verslag, opdat ook de leden alle posten kunnen controleren.

Spreker is van oordeel, dat het organiseren van studiereizen als die naar Amerika, niet op de weg ligt van het instituut, maar op die van de Vereniging van Delftse Ingenieurs, die 10 jaar geleden een uitvoerige enquête instelde en ook een studiereis naar Amerika organiseerde. Spreker betreurt het, dat van de resultaten van die studiereis met geen woord melding is gemaakt in het rapport van de Instituutscommissie. Spreker acht één opmerking in het verslag van de Verificatie-commissie misplaatst, nl. de zin: „door de toename van het ledenaantal, waaronder begrepen de juniorleden, van 4856 tot 5415, kon een grotere ontvangst aan bijdragen worden geboekt". Spreker wijst er op, dat er 768 juniorleden bij zijn, die voor slechts *f* 2,— *De Ingenieur* krijgen. Dergelijke leden bezorgen het Instituut eerder een strop dan een bijdrage!

De *President* deelt mede, dat de Penningmeester onverwachts naar het buitenland moest vertrekken, daarom niet in deze vergadering aanwezig kon zijn en dus de opmerkingen over het financieel verslag van ir VAN HETTINGA TROMP niet kan beantwoorden. De opmerkingen zullen echter onder zijn aandacht worden gebracht en de vragen zullen te gelegener tijd beantwoord worden.

Aangezien geen der overige leden over één der beide verslagen het woord verlangt, worden zij geacht te zijn goedgekeurd onder aantekening van hetgeen het lid ir VAN HETTINGA TROMP heeft gezegd.

De *President* stelt daarna aan de orde de bespreking van het Technisch Hoger Onderwijs aan de hand van het rapport van de „Commissie voor het bestuderen van de technische opleiding in de Verenigde Staten van Noord-Amerika". De President waardeert het zeer, dat prof. ir D. DRESDEN, een der leden der Commissie, bereid was, als inleider op te treden. Het vraagstuk van het Technisch Hoger Onderwijs is van zodanig algemeen belang, dat het wenselijk werd geoordeeld, daaraan een afzonderlijke Instituutsvergadering te wijden. Door verschillende omstandigheden, zoals de behandeling van de reorganisatie van het Technisch Hoger Onderwijs door de Senaat van de Technische Hogeschool, wordt dit onderwerp eerst thans aan de orde gesteld. Verondersteld wordt, dat de leden kennis genomen hebben van het genoemde rapport en van de bijlagen, zodat de inleiding van prof. DRESDEN kort zal kunnen zijn, waardoor voldoende tijd beschikbaar zal blijven voor een uitvoerige gedachtenwisseling over de vele aspecten, welke dit vraagstuk biedt. Het ligt niet in de bedoeling, deze vergadering te besluiten met resoluties en conclusies.

Hierna houdt prof. ir D. DRESDEN zijn inleiding, welke met de uitvoerige gedachtenwisseling, waaraan deelnamen ir W. C. KORTHALS ALTES, ir C. T. C. HEYNING, ir H. VAN HETTINGA TROMP, dr ir J. G. J. C. NIEUWENHUIS, J. VAN DER HOEVEN, dr ir W. J. H. HARMSEN, dr ir B. BÖLGER, P. C. VIETS, prof. W. F. J. M. KRUL, ir H. J. J. ENGEL, dr G. C. A. VAN DORP, ir J. B. DUMONT, ir F. J. PHILIPS, ir C. FRANK, dr ir V. J. P. DE BLOCQ VAN KUFFELER, ir F. M. C. BERKHOUT en de inleider, zal worden opgenomen in de *Voordrachten*.

De Algemeen Secretaris

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

Verslag van de Vacantieleergangen 1950, gehouden te Delft op 18, 19 en 20 April 1950

Voor Cursus A: „De Electrisch gelaste constructie in de Machinebouw", behandeld door ir W. GERRITSEN, waren ingeschreven 72 ingenieurs e.d. en 16 studenten.

Voor Cursus B: „Spanningsconcentraties en vermoeiing van constructiedelen", „Berekening van Kerffactoren", behandeld door prof. dr ir W. F. KOITER, en „Het meten van electrische spanningen en de experimentele bepaling van vermoeiingskerffactoren" met bijbehorende demonstraties door prof. dr ir J. J. KOCH waren ingeschreven 78 ingenieurs e.d. en 18 studenten.

Van deze aantallen waren 46 ingenieurs en 14 studenten voor *beide* cursussen ingeschreven, zodat *er totaal* 104 + 20 ofwel 124 deelnemers waren.

De voordrachten en demonstraties werden met de grootste aandacht gevolgd en de algemene overtuiging van de betrokkenen is geweest dat deze heringestelde leergangen zo enigszins mogelijk dienen te worden voortgezet.

De Secretaris,
Ir J. WILDSCHUT.

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

Vacantieleergang 1951

Nu gebleken is, dat voor de sedert de oorlog voor het eerst in 1950 weder gehouden vacantieleergang van onze Afdeling een zeer bevredigende belangstelling bestond, maakt het Afdelingsbestuur weder plannen voor 1951.

Hoewel onderling reeds enige suggesties zijn opgeworpen, zou het Bestuur het op hoge prijs stellen, indien de leden zelf met denkbeelden zouden komen, inzake de te behandelen stof. Met de binnengekomen antwoorden zal vooral ernstig rekening worden gehouden, indien mocht blijken, dat van verschillende zijden onderwerpen van dezelfde aard naar voren worden gebracht.

De Secretaris ziet met belangstelling uit naar (liefst spoedige) reacties op deze oproep.

Prins Hendrikkade 12, Zaandam.
Telefoon 3462.

De Secretaris,
Ir J. WILDSCHUT.

VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23. Tel. 110431, Giro 5876

Oproeping tot een ledenvergadering (voortzetting van de Algemene Zomergadering van 6 October j.l.) te 's-Gravenhage, op Zaterdag 11 November 1950, 14.00 uur precies, in de tuinzaal van de Dierentuin

In behandeling zullen komen de punten van de Agenda van de bovengenoemde Zomervergadering welke niet aan de orde konden worden gesteld t.w.:

2. Vaststelling van het Verslag van het Beheer over het jaar 1949.

3. Rekening en verantwoording der geldmiddelen van de Vereniging, van het Studie- en Reisfonds en van het prof. Itz-van Schermbeekfonds.

De Administratie is, behalve door een commissie uit de leden, gecontroleerd door het Accountantskantoor Moret & de Jong.

4. Benoeming van 2 leden en 2 plaatsvervangende leden tot het nazien van de rekening en verantwoording der geldmiddelen en opneming der kas na het einde van het lopende verenigingsjaar.

6. Voorstel om in 1950 over 1949 aan de Afd. Bouwkundig Ingenieurs van onze Vereniging weer een bedrag van *f* 200,— ter beschikking te stellen overeenkomstig het bepaalde in Art. 34 van het Reglement.

7. Mededelingen van het Bestuur.

a. De Commissie uit de leden, welke het Bestuur van advies zal dienen bij de verdere onderhandelingen met het K.I.v.I. betreffende de nauwere samenwerking tussen het K.I.v.I. en de V.v.D.I., tot de instelling waarvan werd besloten in de ledenvergadering op 13 Mei j.l., is als volgt samengesteld: ir H. J. F. ECKENHUYSEN SMIT; ir A. W. A. JACOMETTI; ir P. KEYZER; prof. ir F. W. ROETERINK; prof. dr ir J. P. SCHOUTEN; ir F. VAN DER SLUYS en ir C. J. J. STAMM'LER.

b. De Commissie uit de leden, welke het Bestuur zal adviseren over de vraag op welke wijze de Vereniging werkzaam kan zijn in het belang van de maatschappelijke positie van de ingenieur, tot de instelling waarvan eveneens in de onder *a* genoemde ledenvergadering werd besloten, is als volgt samengesteld: ir F. M. C. BERKHOUT; ir H. M. BUSKENS; ir J. F. DRENIK; ir H. G. VAN DIEST; prof. ir W. FONTEIN; ir V. W. VAN GOGH; ir P. KEYZER; prof. dr ir R. M. M. OBERMAN en ir H. STEKETEE.

c. Vooruitlopende op een Reglementswijziging, welke uit anderen hoofde in de naaste toekomst noodzakelijk kan worden en waarbij de hieronder omschreven maatregel zal worden vastgelegd, deelt het Bestuur mede, dat voortaan tijdig een oproep in *De Ingenieur* zal worden geplaatst voor het stellen van candidaten voor openvallende Bestuursfuncties.

8. Rondvraag.

Het Bestuur:
C. T. C. HEYNING, *Voorzitter*
H. C. A. BOOM, *Secretaris.*

PROGRAMMA VAN VERGADERINGEN

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

Vergadering op 14 November 1950 te Utrecht (Esplanade). Aanvang 14.30 uur

Voorlopige agenda:

1. Verkiezing van een Voorzitter en van twee bestuursleden, in verband met het aftreden van ir J. VERSCHOOR, ir O. VAN DEN TOORN en prof. ir B. C. KROON. De candidaten van het Bestuur zullen in *De Ingenieur* dd. 27 Oct. a.s. worden bekendgemaakt.
2. Begroting 1951.
3. Voordracht van ir J. R. H. VAN NOUHUYS: *Werkterrein en textielresearch van het Vezelinstituut T.N.O.*

AGENDA VAN VERGADERINGEN

21 Oct. 1950. Ned. Natuurkundige Vereniging te Leiden (Nieuwsteeg 18). Aanvang 14.30 uur. Sprekers: M. J. STEENLAND, A. C. VAN DORSTEN en T. J. TIEDEMA. (Zie blz. A. 441).

*27 October 1950. Kon. Instituut van Ingenieurs te Delft. (Stadsdoelen) Aanvang 10.30 uur Kunststoffen-*Dag*. (Zie blz. A. 482).

27 Oct. 1950. Ned. Radiogenootschap te 's-Gravenhage in het geb. v. h. K.I.v.I. Aanvang 10.30 u. Sprekers: Ktz b. d. J. HOUTSMULLER en drs A. HAUER. (Zie blz. A. 478).

* 2—3 Nov. 1950. Afd. voor Chemische Techniek te Utrecht, in samenwerking met de Sectie voor Phys. Chemie en Kolloid-chemie en de Sectie voor Chem. Technologie en Bedrijfschemie der N.C.V. *Symposium over Katalyse.* Symposium-secretariaat: Zoeterwoudse Singel 19, Leiden. (Zie blz. A. 462).

4 Nov. 1950. Bedrijfssectie der Ver. v. Statistiek te Utrecht (geb. v. K. en W.). Aanvang 14.30 uur. Dr R. SCHMIDT. *Mogelijkheden voor statistische behandeling van analytisch-chemische problemen.* (Zie blz. A. 433).

4 Nov. 1950. Ned. Ver. v. Zürichse Ingenieurs te Schiphol. Aanvang 15.30 u. F. L. CORTEN: Luchtcartering en haar toepassingen. (Zie blz. A. 478).

7 Nov. 1950. Techn. Econ. Genootsch. te Utrecht (Esplanade). Aanvang 10.30 u. Sprekers: H. W. VAN DER STEUR en ir W. M. DE VRIES. (Zie blz. A. 478).

▶* 8 Nov. 1950. Sectie voor Regeltechniek te 's-Gravenhage i.h. gebouw v.h. K.I.v.I. Aanvang 15.00 uur. Ir H. J. DE HEER: *Economische aspecten van instrumentatie.* (Voorlopige mededeling).

* 8 en 9 Nov. 1950. Afd. voor Gezondheidstechniek. Excursie naar de Kon. Ned. Katoenspinnerij N.V. te Hengelo, gevolgd door een avondvergadering en excursie naar de Afvalwaterzuiveringsinstallatie te Enschede. (Voorlopige mededeling).

*10 Nov. 1950. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde te 's-Gravenhage. Behandeling van het ontwerp G.B.V.-1950. (Zie blz. A. 462).

*10 November 1950. Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek te Arnhem (Utr. w. 210). Aanvang 10.45 uur. *Symposium over dielectrische verliezen en electrische doorslag van keramische materialen.* Sprekers: dr K. J. KELLER, dr J. H. VAN SANTEN en dr J. M. STEVELS; met rondleiding door laboratoria van de N.V. Kema. (Zie blz. A. 472).

▶*14 Nov. 1950. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw te Utrecht (Esplanade). Aanvang 14.30 uur. Ir J. R. H. VAN NOUHUYS: *Werkterrein en textielresearch van het Vezelinstituut T.N.O.* (Zie blz. A. 492)

*1 Dec. 1950. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, Sectie voor Utiliteitsbouw te 's-Gravenhage, in het gebouw v. h. K.I.v.I. Aanvang 14.00 uur. Ir J. A. C. VAN DER STEUR: *De electrische centrale te Geertruidenberg.* (Voorlopige mededeling).

*13 Dec. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw. Excursie naar de Staalfabriek en Walserijen te Alblasserdam van de Nederlandse Kabelfabriek. (Voorlopige mededeling).

▶ = Nieuw aangekondigde Vergadering. * = Instituuts-, Groeps-, Kring-, Afd.- of Sectie-Vergadering.

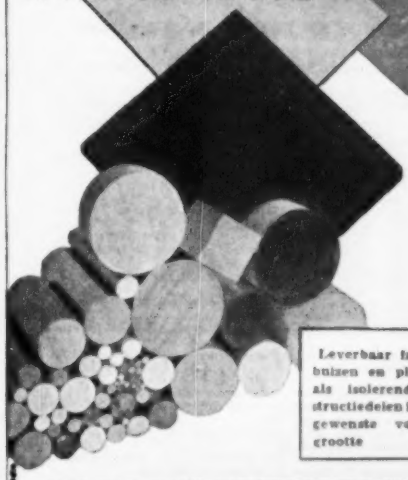
Inhoud ALGEMEEN GEDEELTE 42: Enkele aantekeningen betreffende de ontwikkeling van de Nederlandse Kunststoffenindustrie, door Ir L. C. STOUTJESDIJK. Algemene en bijzondere kenmerken van speurwerk op het gebied der kunststoffen, door dr A. J. STAVERMAN. — Berichten van allerlei aard: Beursen voor reizen naar de V.S. 1951—1952. Uit het buitenland. — Personalia. — Koninklijk Instituut van Ingenieurs: Candidaat-leden. Notulen 16 Sept. 1950. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw, Verslag Vacantieleergangen 1950. Vacantieleergang 1951. — Vereniging van Delftse Ingenieurs: Oproep tot ledenvergadering op 11 Nov. 1950. — Programma van Vergaderingen. — Agenda van Vergaderingen.

„ACADEMIA" Boekhandel en Antiquariaat voor Techniek-Wetenschap-Kunst
Oude Delft 101-103, Delft, tel. 1776, naast Hoofdgeb. T.H.

W. GUMZ — Gas Producers and Blast Furnaces Theory and Methods of calculation ..... f 31.85
S. GLASSTONE — Sourcebook on Atomic Energy 1950 ..... f 13.20
The Effects of Atomic Weapons, ed. U.S. Atomic Energy Commission 1950 ..... f 13.65
Tool Engineering Handbook of A. Soc. of Tool Engineers 1950 ..... f 68.25
PROF. R. ROELOFS — Astronomy applied to Land Surveying 1950 ..... ± f 20.—
H. LIST — Der Ladungswechsel der Verbrennungskraftmaschine T. II: Der Zweitakt. 1950 .... f 76.80

SWARTTOUW
SCHIEDAM
•
STAALCONSTRUCTIES

HAEFELYT
ISOLATIEMATERIAAL



Leverbaar in staven, buizen en platen en als isolerende constructiedelen in iedere gewenste vorm en grootte

N.V. GEBR. VAN SWAAY
STADHOUDERSLAAN 16 — DEN HAAG

INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

ALGEMENE TIJDSCHRIFTEN

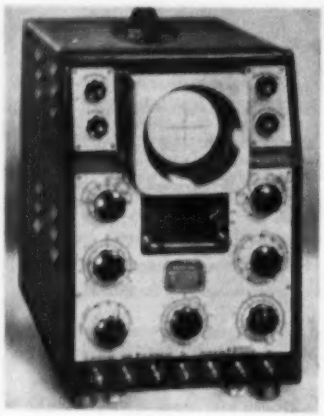
	Aantal blz.	Aantal fig.
ENGINEERING, Vol. 170 — nr 4418 van 29 *September* 1950		
Continuous rolling mill of the northern aluminum company at Rogerstone	3	13
Flying display of British aircraft (II)	3	7
THE ENGINEER, Vol. 190 — nr 4941 van 6 *October* 1950		
F. Holliday: The selection of junior draughtsmen	4	6
Strip rolling mill	3	6
Wire rope parting machine	1	1
JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE van *September* 1950		
M. Z. Krzywoblocki: On the asymptotic expansion in three-dimensional compressible viscous flow	5	—
W. F. G. Swann: On certain matters pertaining to electrets	30	8
S. F. Borg: Additional interpretations of the solution of the straight beam differential equation	7	3
LE GÉNIE CIVIL, Vol. 127 — nr 19 van 1 *October* 1950		
P. Lefort e.a.: l'Etat actuel de la technique de l'aviation (I)	7	10
Ch. Thirion: Etude sur le pouvoir filtrant des sols par la méthode A. Munz Améliorée dans le périmètre de l'avantproject du canal d'irrigation de Trèbes à Lézignan-Corbières (Aude)	3	7
BULLETIN TECHNIQUE A.I. BR. — nr 4 van 1950 Numero Special — Le Pétrole		
Y. van de Magnée: Les méthodes modernes de recherche du pétrole	12	7
J. Nougaro: Procedes modernes de forage	18	21
R. Mechelynck: Le transport et la manutention des produits du pétrole	4	—
J. Groff: Etat actuel de la technique du Graissage	13	13
H. T. Lorne e.a.: l'Application des procédés de cracking au pétrole brut réduit du Moyen-Orient	11	1
C. Bonnami: La nouvelle raffinerie de la „Société Industrielle belge des pétroles" à Anvers	9	4
H. I. Waterman: La constitution des huiles minérales en rapport avec leur emploi dans l'industrie	7	4
W. de Keyser: Introduction à l'étude de la catalyse fluide	14	16
PUBLICATIONS DE L'ASSOCIATION DES INGENIEURS DE LA FACULTÉ POLYTECHNIQUE DE MONS, Jg 98 — nr van 1950		
J. R. Brouet: Etude détaillée de la ventilation mixte	7	—
J. Franbau: Technique et applications des ondes ultra-courtes	15	19
P. Moiset: Contribution à l'étude d'une galerie de ventilateur de mine	9	14
SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG, Jg 68 — nr 39 van 30 *September* 1950		
K. Pflanz: Messungen am Laufwerk einer elektrischen Schnellzugslokomotive	5	11
Bauten von Architekt Raoul Casella in Lugano	2	10
SCHWEIZER ARCHIV, Jg 16 — nr 9 van *September* 1950		
H. Zschokke e.a.: Statische Prüfung und Berechnung von Punktschweissverbindungen bei Scherzugbeanspruchung	15	30
J. C. O. Boot: Erdöl als Rohstoff für die chemische Industrie	8	3
F. L. Garton: Neuere Entwicklung auf dem Gebiete des flüssigen Treibstoffe	10	24
ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE, Jg 92 — nr 28 van 1 *October* 1950		
K. Bammert: Die Kern-Abmessungen in kreisenden Strömungen	7	16
K. Klöppel e.a.: Zur Grösse des dynamischen Raddruckes luftbereifter Kraftfahrzeuge beim Ueberfahren von Bodenunebenheiten	4	12
A. Panceram: Schalldichte Türen — Konstruktion und Messergebnisse	4	6
K. Pfahl: Die neuen Grossbehälter der Deutschen Bundesbahn und ihre Beförderungsmittel	3	3
INGENIØREN, Jg 59 — nr 37 van 16 *September* 1950		
A. Edmond Hansen: Centerlesslibning	6	18
O. Lanng: Syntetiske vaske-og befugtningsmidler	5	—
Garageanlæg i New York med spiral udført som dobbelt skrugang og med enarettet faerdsel mellem de enkelte etager	1	3
E. V. Meyer: Farvet beton	3	—
IDEM, Jg 59 — nr 38 van 23 *September* 1950		
J. Oksen: Nyere synspunkter på gade-og vejbelysning i England og andre lande	5	13
V. Korsgaard: Kunstig udtørring af nybygninger	4	2
P. Braun: Spredte hæfder	4	7
TEKNISK TIDSKRIFT, Jg 80 — nr 35 van 30 *September* 1950		
K. Rasmusson: Flygmedicinska krav på utrustningen i hypermoderna flygplan	5	3
G. Axell: Flygplans manövrerbarhet	5	9
B. Anderberg: Träffsannolikhet vid luftstrid	4	3

GEZONDHEIDSTECHNIEK

LA TECHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE, Jg 45 — nr 6 van *Juli/Augustus* 1950		
P. Blanchard: Le comptage de l'eau	7	3
A. Achten: La mesure des débits à la Cie. Intercommunale Bruxelloise des eaux	6	1
DAS GAS- UND WASSERFACH WASSER, Jg 91 — nr 18 van 30 *September* 1950		
R. Grahmann: Witterung und Grundwasser in Bundesgebiet während des Abflussjahres 1949 und des Winters 1949/'50	5	—
E. Marquardt: Die Rechtsverhältnisse der Gemeindewasserversorgungen	6	—
M. Lutze: Spannbeton im Behälterbau (II)	5	4

Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,50 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen. **Z.O.Z.**

Dubbelstralige Oscillograaf



COSSOR

MODEL 1035

- Quantitatieve metingen
- Golfvorm-analyses
- Gelijktijdige aflezing van tijd en spanning.
- Gecalibreerde schalen.

MODEL 1049

- Metingen vanaf nulfrequentie
- Fotografisch vastleggen van data, waarvoor een hoge filmsnelheid noodzakelijk is.

Voor beide modellen camera type 1428 leverbaar.

ALG. NED. RADIO UNIE N.V.

KEIZERSGRACHT 450 — AMSTERDAM-C.

INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

ELECTROTECHNIEK

	Aantal biz.	Aantal fig.
ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 69 — nr 9 van *September* 1950		
A. von Hippel: Dieelectrics in electrical engineering	3	6
W. R. Triem e.a.: Electric ticket-reserving system	6	6
S. R. Durand: High-voltage rectifier equipment for tube testing	1	1
J. T. Blake e.a.: Failures of rubber insulation caused by soil micro-organisms	6	11
W. L. Manning: Conversion unit for projecting 3- by 4-foot television pictures	3	4
A. Rünck e.a.: Underground hydroelectric power stations	1	1
C. F. Dalziel e.a.: Perception of electric currents	7	6
T. D. Gordy: Audible noise of power transformers	6	8
M. A. Biondi: Microwave gas discharges	4	4
M. A. Townsend: Construction of cold-cathode counting or stepping tubes	4	8
G. A. Korn e.a.: Modern servomechanism testers	3	
H. J. Williams: Ferromagnetic domains	6	11
H. H. Wittenberg: Pulse measuring of deionization time	4	14
T. R. Specht e.a.: Use of the correnr transductor in the aluminum industry	5	7
POWER, Vol. 94 — nr 9 van *September* 1950		
W. O. Stevens: Solve slagging problems to burn hog fuel efficiently	5	4
H. E. Tracy: Good wearing rings make good pumps	3	8
Size refrigerant lines for low cost	3	4
J. E. Baekle e.a.: Shunt capacitors: where to put them	3	4

WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW

MECHANICAL ENGINEERING, Vol. 72 — nr 9 van *September* 1950		
E. D. Gardner: Oil-shale mining	6	8
B. Guthrie e.a.: Extraction and refining of shale oil	5	8
R. T. Simpson e.a.: Prospects of gas turbines in nabal applications	5	3
G. M. Kline e.a.: Fundamentals of adhesion	5	7
F. M. Cook: Aluminum seamless tubing	4	13
A. F. Dean: Machines and forestry	3	—
R. M. Gates: How engineers can promote international understanding	3	—
BRENNSTOFF-WÄRME-KRAFT, Jg 2 — nr 9 van *September* 1950		
W. Dörbscheidt e.a.: Wärmewirtschaftliche Betriebsberatung	3	3
F. zur Nedden: Was versteht man unter Wärmewirtschaft?	2	—
K. Jaroschek: Rentabilität wärmewirtschaftlicher Investitionen	3	—
F. Mühlhausen: Sinn und Zweck einer Ueberwachung der Wärmewirtschaft durch Mensch und Messgerät	3	—
G. Peter: Einheitliche Energiebewertung als Mittel des Betriebsvergleiches	2	—
G. Schmidt: Wärmeverbrauch in Theorie und Praxis	3	5
P. Noss: Häufige Fehler beim Bau und Betrieb kleiner und mittlerer Dampferzeuger	3	—
H. Hahn: Häufige Fehler an dampfverbrauchenden Maschinen und Apparaten	3	—
U. Kraus: Häufige Fehler bei der Wärmefortleitung	3	4
H. Wagner e.a.: Ueber Leistungslöhne in der Dampferzeugung	3	—
Fr. Dümmler: Regelmässige Pflege der wärme- und energie-wirtschaftlichen Anlagen, ein Erziehungsproblem	2	1
H. Würbenhorst: Bedienung und Ausrüstung kohlebeheizter Industrieöfen	3	3
S. Schiller: Die Kleinverbraucher von Kohle und ihre Wärmewirtschaft	2	—
F. Wesemann: Das Arbeitsprogram der Werkswärmestellen	3	—
W. Grimm: Aus dem Tagebuch eines Betriebs-Wärmeingenieurs	4	3
K. Schwarz: Brennstoffauswahl und Kesselfeuerung	6	8
H. Wagner: Die Kupplung von Wärme und Kraft	3	—
W. Koeniger: Wärme-und energiewirtschaftliche Erfahrungen aus der Technik der Verdunstungstrocknung	3	—
E. Kalöpke: Wärmewirtschaft und Qualität des Erzeugnisses	3	2
R. Günther: Der Weg zum kontinuierter Ofenbetrieb	2	1

MIJNBOUW EN PETROLEUMTECHNIEK

MINING ENGINEERING, Vol. 189 — nr 9 van *September* 1950		
Ch. D. Hoyt: Time studies and cost accounting increase efficiency at Titania	6	11
S. J. Harrison: Minnesota granite poses tough drilling problem	1	1
G. T. Bator: Dredge pump life increased by hard alloy, water cushion, double casing	2	3
Neil O'Donnell: Mine and surface maps	3	—
T. C. King: The use of spiral classifiers as ball mill feeders	1	1
C. G. Fink e.a.: The action of sulphide ion and of metal salts on the dissolution of gold in cyanide solutions	4	3
R. E. Zimmerman: The cleaning of fine sizes of bituminous coals by concentrating tables	11	15
A. J. Alexander: Specific safety problems applicable in West Virginia mines	4	—
L. C. McCabe: Air pollution by industrial fumes, gases and dusts	3	—
V. F. Parry ea.: Drying fine coal in the entrained and fluidized state	9	8
JOURNAL OF THE INSTITUTE OF PETROLEUM, Vol. 36 — nr 320 van *Augustus* 1950		
E. W. J. Mardles e.a.: Temporary corrosion preventives for aviation uses and methods of testing them	13	2
C. F. McCue: American methods of testing temporary corrosion preventives	8	4
H. Hollis: Performance tests, other than corrosion tests, on temporary corrosion preventives	10	—
GLÜCKAUF, Jg 86 — nr 39/40 van 30 *September* 1950		
H. Zimmermann: Die Entwicklung der Selbststätigen Weichenstell- und Signalanlagen im Betrieb unter Tage	5	14
O. Rauer: Die Ausschüsse der bergtechnischen Abteilungen bei der Deutschen Kohlenbergbauleitung	2	—
J. Gissone: Untersuchungen über die Entstehung der planparallelen, einmals horizontalen Schichten im Steinkohlengebirge	4	—

Fotocopieën van artikelen zijn voor iden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,50 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.

TL

Er is een TL LICHTPLAN ook voor Uw bedrijf!

VERLICHTING met Philips TL buislampen heeft reeds in vele gevallen het productieproces helpen verbeteren, het optreden van fouten en uitval doen verminderen. Het effect van een TL verlichting komt het beste tot zijn recht, indien de buislampen volgens een doordachte opzet over de werkruimte worden verdeeld. Zulk een TL lichtplan, opgezet volgens principes van uiterste doelmatigheid, wordt U gaarne door onze ervaren adviseurs verstrekt.

PHILIPS

TL BUISLAMPEN

N.V. PHILIPS' VERKOOP-MAATSCHAPPIJ VOOR NEDERLAND • EINDHOVEN

HOBART

las-aggregaten:

Omvormers

Diesel-aggregaten

Benzine-aggregaten

Las-dynamo's

★

MIEBACH

weerstands-lasmachines:

rolnaad-lasmachines

punt-lasmachines

stomp-lasmachines

speciaal machines

★

V.E.T.A.

ELECTRO-LAS N.V.

PRINS HENDRIKKADE 20-21 - AMSTERDAM C.
TELEFOON 33061 - 49027

L. SMIT & ZOON

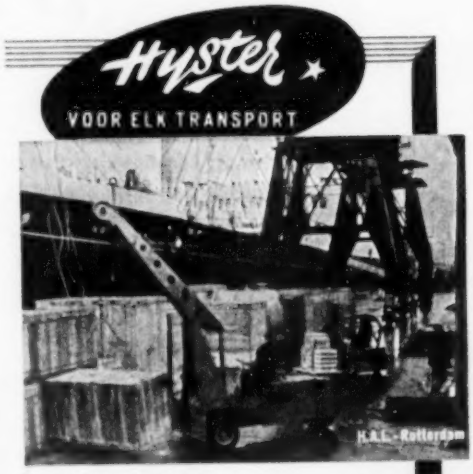
KINDERDIJK

HOLLAND

SCHEEPSWERF EN MACHINEFABRIEK voor

ZEESLEEPBOTEN,
BAGGERMATERIEEL,
VRACHTSCHEPEN,
PASSAGIERSSCHEPEN,

REPARATIEBEDRIJF

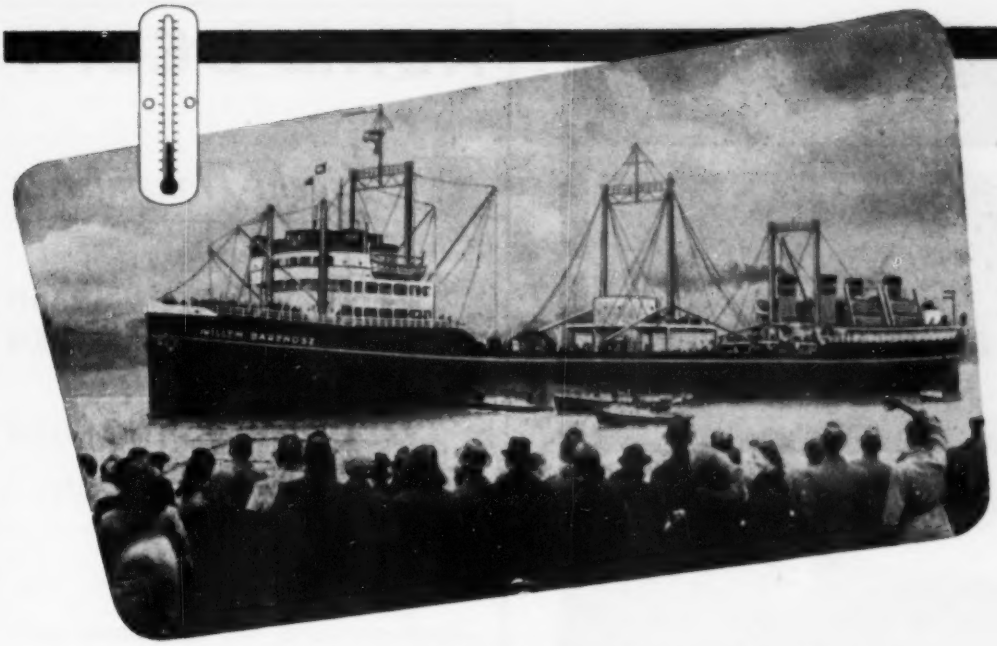


KARRY KRANE,
mobile 4½ tons kraan
LIFTTRUCKS,
hefvermogens van 900 kg-6750 kg

Geveke & Co.

AMSTERDAM - SURABAJA

ROTTERDAM - NEW YORK - DJAKARTA - MEDAN

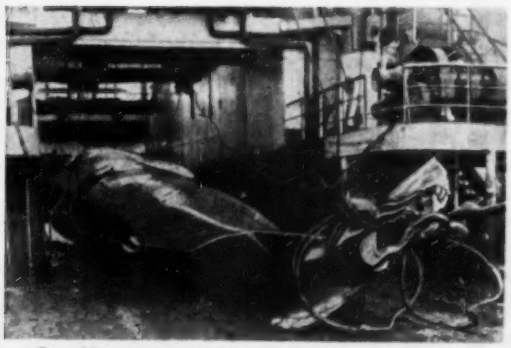


Goede vangst „Willem Barendsz"!!!....

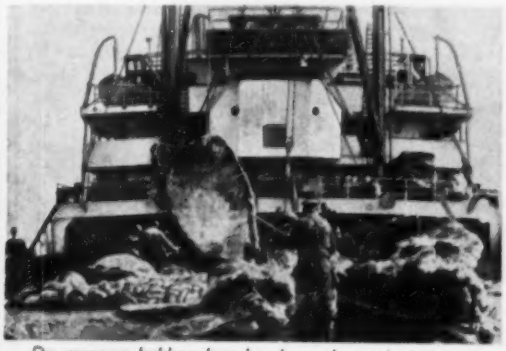
op Uw 5e walvisvaart naar het Zuidpoolgebied.

Het maandenlange moeilijke en gevaarlijke werk van de walvisvaarders zou echter tevergeefs zijn, indien zij hun vangst niet veilig konden opslaan. Zij namen een *Grasso-koelinstallatie* aan boord, die de duizenden kilo's walvisvlees en ook de proviand van de bemanning voor bederf moet behoeden. Een *Grasso-koelinstallatie!* . . . want zij weten: die laat ons nooit in de steek. Grasso geniet een wereldreputatie op gebied van industriële **koel-, vries-** en **diepvriesinstallaties.**

GEEN RISICO . . . . . DUS GRASSO!!



Een blauwe vinvis met een lengte van 24 meter wordt aan boord getrokken.



De mannen hebben hun handen vol om de kolossen van hun speklaag te ontdoen.

GRASSO's Machinefabrieken N.V.

's-HERTOGENBOSCH

KOELINSTALLATIES

NEDERLANDSCHE ELECTROLASCH MAATSCHAPPIJ N.V.

LEIDEN - OUDEWETERING

HOOFDKANTOOR: LEIDEN, POSTBUS 6 - TEL. 22941-22942

ADAM-DELFT

Gespecialiseerd in:

Kracht-Transmissies

- DRIJFRIEMEN
- COMPLETE V-SNAAR AANDRIJVINGEN
- TANDWIELEN
- TRANSPORTBANDEN

KWALITEITSPRODUCTEN SINDS 1823

N.V. DELFTSCHE LEERLOOIERIJ en DRIJFRIEMENFABRIEK v/h ALEX ADAM DELFT
Telefoon 30 en 87

Filiaal Rotterdam: Mathenesserplein 18 A, Telefoon 30048
Filiaal Deventer: Assenstraat 32, Telefoon 5280

H.H. FABRIKANTEN
VAN ELECTRISCHE APPARATEN

Dit is een van de vele „Westalite" gelijkrichter-eenheden voor inbouw. Doet uw keus; er is een „Westalite" gelijkrichter voor uw doel.

FABR. WESTINGHOUSE BRAKE & SIGNAL CO. LONDON

WESTINGHOUSE

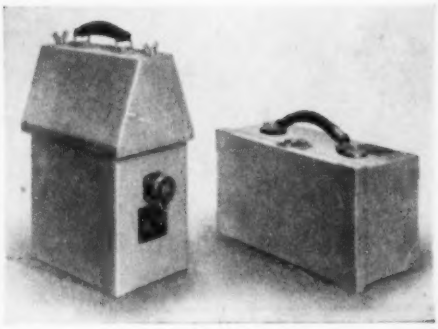
VOOR GELIJKRICHTERS: WESTINGHOUSE
VOOR WESTINGHOUSE: H. R. SMITH N.V.

Aanvragen en bestellingen aan

H. R. SMITH N.V.

HAARL. HOUTTUINEN 41-43 AMSTERDAM TEL. 42012

THE BRITISH THOMSON-HOUSTON CO. LTD.



Doorslagapparaat voor het beproeven van olie

„INTECHMIJ"

N.V. INTERNATIONALE TECHNISCHE EN CHEMISCHE HANDELMIJ
S-GRAVENHAGE - EINDHOVENSTRAAT 2 A - TEL. 182635 EN 180036

DE INGENIEUR

CHEMISCHE TECHNIEK 11.

542.48 : 542.74 : 541.183.26 : 66.048 : 66.074

Stofoverdracht en wrijvingsverliezen in kolommen met vullichamen voor destillatie en gasabsorptie

F. J. ZUIDERWEG

Koninklijke/Shell — Laboratorium, Amsterdam

Summary:

An introductory consideration of the theories about the relation between transfer of momentum, transfer of material and transfer of heat is followed by NORMAN's application of the VON KÁRMÁN analogy to exchange processes in packed columns.

In cases of ideal gas and liquid distribution the coefficients of material transfer calculated from the pressure drop are in fairly good agreement with the values found experimentally.

For gas absorption or distillation processes carried out in columns with the customary packing units, however, the above transfer coefficients predicted from the pressure drop are many times higher than those found experimentally.

The conclusion may, therefore, be drawn that the operation of these columns is relatively inefficient, probably owing to the poor liquid distribution.

1. Inleiding

In een recent artikel onderzocht NORMAN [11] het verband tussen wrijvingsverliezen en stofoverdracht bij turbulente stroming met het doel een nader inzicht te verkrijgen in de werking van kolommen met vullichamen voor destillatie, gasabsorptie e.a. De door NORMAN verkregen resultaten lijken van voldoende belang om nader besproken te worden, al kan op de door hem gegeven beschouwingen hier en daar kritiek worden uitgeoefend.

Tot goed begrip van de door NORMAN ontwikkelde beschouwingen moge hier allereerst nader worden ingegaan op de verschillen tussen enkele der bekendste theorieën, die de analogie tussen warmte- en stofoverdracht en wrijvingsverliezen in uitwisselingsapparaten beschrijven. Een overzicht hiervan is te vinden bij SHERWOOD [12], die de in het bijzonder op warmteoverdracht en wrijvingsverliezen betrekking hebbende analogieën van REYNOLDS, PRANDTL-TAYLOR, CHILTON-COLBURN, MURPHREE en VON KÁRMÁN de revue liet passeren.

2. Reynolds analogie

Volgens de oorspronkelijke opvatting van REYNOLDS wordt de in een turbulent stromingsveld optredende afschuifspanning veroorzaakt door de weerstand, die de moleculaire (viscieuze) wrijving en de turbulente wrijving tegen de stroming bieden. Dit kan men op de volgende wijze uitdrukken: (voor de betekenis der gebruikte symbolen zie symbolenlijst)

$$\tau = \rho(\nu + \epsilon) \cdot \frac{dv}{dy} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1a)$$

Op analoge wijze wordt de warmteoverdracht veroorzaakt door moleculaire warmtegeleiding en turbulente warmtegeleiding:

$$q = -c\rho(\alpha + \epsilon) \cdot \frac{d\theta}{dy} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1b)$$

In REYNOLDS analogie-beschouwingen wordt de kinematische „wervel viscositeit", ϵ, gelijk gesteld aan de „wervel warmte diffusie coëfficiënt", ϵ_h: $\epsilon/\epsilon = 1$.

Combinatie van verg. (1*a*) en (1*b*) geeft nu

$$\frac{dv}{d\theta} = -c\,\frac{\alpha + \epsilon}{\nu + \epsilon} \cdot \frac{\tau}{q} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Deze uitdrukking kan worden vereenvoudigd indien $(\nu + \epsilon) = (\alpha + \epsilon)$; dit treedt op indien de moleculaire grootheden ν en α verwaarloosbaar klein zijn t.o.v. ϵ zoals bij sterk turbulente stroming, of indien $\nu/\alpha = Pr = 1$ zoals bij gassen ongeveer het geval is. Neemt men verder aan, dat de snelheidsdistributie en temperatuurverdeling in de stroming gelijkvormig zijn ($dv/d\theta$ onafhankelijk van y) dan volgt door integratie van (2)

$$\frac{v_2 - v_1}{\tau} = \frac{c(\theta_1 - \theta_2)}{q} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Hierin zijn v_2 en v_1 de snelheden en θ_2 en θ_1 de temperaturen in de punten y_2 en y_1. Kiest men y_1 aan de wand van het stromingskanaal waar $v_1 = 0$ en θ_1 = temperatuur van de wand, terwijl y_2 daar wordt genomen waar $v_2 = \bar{v}$, de gemiddelde snelheid, en tevens θ_2 = gemiddelde temperatuur, dan wordt

$$\frac{\bar{v}}{\tau_o} = \frac{c}{q_o}\,\triangle\theta_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Wanneer de temperatuur van een fluidum bij stroming door een ronde buis toeneemt van t_1 tot t_2 is de opgenomen warmte Q gelijk aan

$$Q = \tfrac{1}{4}\,\pi\, d^2\, \bar{v}\rho c\,(t_2 - t_1)$$

Daar het oppervlak van de buis gelijk is aan πdz, volgt voor de overgedragen warmte per eenheid van oppervlak q_o:

$$q_o = \tfrac{1}{4}\, c\rho\bar{v}\,(t_2 - t_1) \cdot \frac{d}{z}$$

Door substitutie in (4) verkrijgt men dan:

$$\frac{\tau_o}{\rho\bar{v}^2} = \tfrac{1}{4} f = \tfrac{1}{4}\,\frac{(t_2 - t_1)}{\triangle\theta_m} \cdot \frac{d}{z} = \tfrac{1}{4}\,\frac{d}{(H.T.U.)_H} \quad \ldots \quad (5)$$

In aanmerking nemende dat voor een ronde buis tevens geldt dat de afschuifspanning τ_o gelijk is aan

$$\tau_o = \tfrac{1}{4} \triangle p \cdot \frac{d}{z}$$

kan voor (5) ook worden geschreven:

$$\frac{\triangle p}{\rho v^2} = \frac{t_s - t_l}{\triangle \theta_m} = N_H \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

In deze vorm wordt uitdrukking gegeven aan de meer bekende formulering der REYNOLDS analogie, nl. de verhouding tussen het in een leiding optredende drukverval en de stuwdruk der stroming is gelijk aan de verhouding tussen de temperatuurverhoging van het fluidum tot de maximaal mogelijke temperatuurverhoging.

De REYNOLDS analogie voorspelt de warmteoverdracht in ronde buizen min of meer juist voor $Pr = 1$; voor vloeistoffen, waar $Pr >> 1$, wordt niet meer aan de analogie voldaan. De oorzaak hiervan ligt in het optreden van een langs de wand van de buis aanwezige grenslaag, waarin de turbulentie veel geringer is dan in de kern der stroming.

3. Taylor-Prandtl-analogie

In de veronderstelling dat de stroming in de grenslaag als laminair mag worden beschouwd, corrigeerden TAYLOR en PRANDTL de oorspronkelijke REYNOLDS-analogie. Hierbij werd de verhouding tussen de lineaire snelheid aan de grens van de laminaire laag tot de gemiddelde snelheid in de buis door PRANDTL op grond van experimentele gegevens evenredig gesteld met $Re^{-1/8}$; de gecorrigeerde REYNOLDS analogie heeft de volgende vorm:

$$\tfrac{1}{4} f = \frac{\tau_o}{\rho v^2} = \tfrac{1}{4} \frac{d}{(H.T.U.)_H} \cdot \left\{1 + 1.74\, Re^{-1/8} \cdot (Pr - 1)\right\} \quad (7)$$

Voor betrekkelijk kleine waarden van het PRANDTL getal (ongeveer tot $Pr = 2$) geeft verg. (7) met het experiment overeenstemmende waarden. Voor $Pr = 1$ is verg. (7) identiek met de oorspronkelijke REYNOLDS analogie (verg. 5).

4. Experimentele analogie van Chilton-Colburn

Daar het toepassingsgebied van verg. (7) maar klein is, werd door CHILTON en COLBURN voorgesteld de term tussen accoladen in verg. (7) op grond van experimentele gegevens te vervangen door $(Pr)^{2/3}$. Hierbij wordt dus de oorspronkelijke opvatting van TAYLOR-PRANDTL betreffende de laminaire grenslaag min of meer losgelaten. Het resultaat wordt gegeven door:

$$\tfrac{1}{4} f = \frac{\tau_o}{\rho v^2} = \tfrac{1}{4} \frac{d}{(H.T.U.)_H} \cdot (Pr)^{2/3} = j_H \quad \ldots \quad (8)$$

Verg. (8) voldoet voor PRANDTL getallen van 0.5 — ca 10; de betrekking $j_H = \frac{1}{4} f$ geldt niet alleen voor ronde buizen, doch algemeen voor stroming langs stroomlijnvormige lichamen.

5. Von Kármán analogie

Het falen van de TAYLOR-PRANDTL analogie bij grote variatie in het PRANDTL getal moet worden toegeschreven aan de te sterke vereenvoudiging van het stromingsbeeld in de grenslaag. Het bestaan van een werkelijk laminair stromende grenslaag is twijfelachtig, en zo men deze toch wil aannemen dient met een overgangslaag te worden rekening gehouden, waarin de turbulentie als functie van de afstand van de buiswand toeneemt totdat de volledig turbulente kern is bereikt. Gebaseerd op deze zienswijze werd zowel door MURPHREE [10] als VON KÁRMÁN [8] een theoretische relatie tussen drukverval en warmteoverdracht opgesteld. MURPHREE neemt aan dat de wervelviscositeit in de grenslaag evenredig is met de derde macht van de afstand tot de buiswand; deze aanname werd geverifieerd aan snelheidsverdelingen, gemeten door STANTON. VON KÁRMÁN neemt op grond van experimentele snelheidsverdelingen gemeten door NIKURADSE aan dat de grenslaag is opgebouwd uit een zuiver laminaire laag en een semi-turbulente overgangslaag. De relaties van MURPHREE en van VON KÁRMÁN zijn beide beter in overeenstemming met het experiment dan de TAYLOR-PRANDTL analogie. Hieronder wordt alleen de relatie van VON KÁRMÁN gegeven; mathematisch is deze eenvoudiger en overzichtelijker van vorm dan de MURPHREE vergelijking:

$$\tfrac{1}{4} f = \frac{\tau_o}{\rho v^2} = \tfrac{1}{4} \frac{d}{(H.T.U.)_H} \cdot \left\{1 + 5\left[(Pr - 1) + \ln \frac{(1 + 5\, Pr)}{6}\right]\sqrt{\frac{f}{2}}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Deze vergelijking geeft tot PRANDTL getallen ca. 50 met de praktijk overeenstemmende waarden, terwijl voor $Pr = 1$ de uitkomsten samenvallen met de PRANDTL-TAYLOR analogie (verg. 7).

6. Modificatie van Sherwood van de von Kármán analogie

De boven in het kort besproken analogieën kunnen worden uitgebreid voor toepassing op stofoverdrachtsproblemen. De hiervoor noodzakelijke modificatie bestaat in hoofdzaak uit een substitutie van het SCHMIDT getal voor het PRANDTL getal. Dit werd voor de TAYLOR-PRANDTL analogie verricht door COLBURN (1930). De dimensieloze j-factor voor stofoverdracht, j_D in de experimentele analogie van CHILTON en COLBURN wordt verkregen door in verg. (8) de bedoelde substitutie uit te voeren.

SHERWOOD [12] toetste de verschillende analogieën wat betreft de toepasbaarheid op stofoverdrachtsverschijnselen aan de hand van door GILLILAND [6] in 1934 uitgevoerde verdampingsproeven in een z.g. wetted wall kolom. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat in het bijzonder de door VON KÁRMÁNS theorie uit wrijvingsverliezen voorspelde stofoverdrachtscijfers zeer goed met de experimentele waarden overeenkwamen. Voorwaarde voor deze overeenstemming is echter, dat de verhouding tussen de kinematische wervel viscositeit ϵ en de wervelddiffusie coefficient E, $\epsilon/E = 0.625$ wordt genomen. Dit is in tegenstelling met de oorspronkelijke afleiding van VON KÁRMÁN voor warmteoverdracht, waarbij, als in de REYNOLDS analogie, $\epsilon/e = 1$ werd gesteld.

De waarde $\epsilon/E = 0.625$ werd in 1939 door SHERWOOD en WOERTZ [13] experimenteel bepaald voor diffusie van waterdamp door lucht, koolzuur en helium bij stroming dezer gassen door een rechthoekig kanaal. Als resultaat van deze modificatie worden de stofoverdrachtscijfers ca. 20% hoger voorspeld dan door een substitutie van $\epsilon/E = \epsilon/e = 1$ in de VON KÁRMÁN analogie het geval zou zijn.

Het is echter zeer waarschijnlijk dat de experimentele stofoverdrachtsgetallen, waarmede SHERWOOD de modificatie $\epsilon/E = 0.625$ in plaats van $\epsilon/E = 1$ verifieerde, eveneens 20—30% te hoog zijn. De verdampingsproeven in de wetted wall kolom van GILLILAND [6] werden nl. uitgevoerd met lucht in gelijk- en tegenstroom met een langs de wand van de kolom stromende vloeistof. De vloeistofsnelheden werden echter groot gekozen ten gevolge waarvan zeer veel golfvorming moet zijn opgetreden en aldus een kunstmatige verruwing van het wandoppervlak ontstond. De auteur vermoedde dat het effect van deze golfvorming verwaarloosbaar zou zijn; experimenten, door BARNET en KOBE [1]

in 1941 uitgevoerd, wijzen echter anders uit. Warmte- en stofoverdracht werd gemeten in een op het apparaat van GILLILAND gelijkende wetted wall kolom. De warmteoverdracht bleek aanzienlijk te worden verhoogd indien vloeistof langs de wand van de kolom stroomde, hetgeen mag blijken uit de beide correlatie vergelijkingen:

$$\frac{q_o \cdot d}{\theta_m k} = N_u = 0.021\, Re^{0.8} \text{ (droge wand)} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

$$\frac{q_o \cdot d}{\theta_m k} = N_u = 0.028\, Re^{0.8} \text{ (bevloeide wand)} \quad . \; . \; . \quad (11)$$

In het laatste geval is de overdracht ca. 30% hoger. Uit de resultaten der verdampingsproeven, uitgevoerd met water en lucht in tegenstroom, kan worden afgeleid dat bij vermindering van de watersnelheid de stofoverdracht afneemt. Extrapolatie van de gegevens van BARNET en KOBE naar watersnelheid nul toont aan dat de stofoverdracht dan ca. 20% lager is dan door GILLILAND werd gemeten [1]).

Uit het bovenstaande volgt dus dat de vervanging van $\epsilon/E = 1$ door $\epsilon/E = 0.625$ bij de modificatie der KÁRMÁN analogie voor stofoverdracht niet door deze experimenten kan worden bevestigd. Integendeel, de overeenstemming tussen de oorspronkelijke VON KÁRMÁN analogie (na substitutie van Sc voor Pr) en de voor de vloeistofsnelheid gecorrigeerde overdrachtscijfers van GILLILAND is zeer goed.

7. Weerstand in de turbulente kern en de grenslaag

In de publicatie van NORMAN [11] wordt in het bijzonder het effect van de laminair-semiturbulente grenslaag onderzocht. De VON KÁRMÁN vergelijking kan nl. als volgt worden gesplitst:

Voor de turbulente kern:

$$4\left(\frac{H.T.U.}{d}\right)_{kern} = \frac{2}{f} - 5\,(1 + \ln 6)\sqrt{\frac{2}{f}} \quad . \; . \; . \quad (12)$$

Voor de grenslaag:

$$4\left(\frac{H.T.U.}{d}\right)_{film} = [5\,Sc + 5\,\ln(1 + 5\,Sc)]\sqrt{\frac{2}{f}} \quad . \quad (13)$$

Sommering van verg. (12) en (13) geeft verg. (9) terug.

Door substitutie van de voor ronde buizen geldende relatie $f = 0.039\, Re^{-0.17}$ kan de weerstand van de grenslaag t.o.v. de totaal weerstand als functie van Re en Sc worden berekend. Resultaten van de berekening zijn weergegeven in fig. 1. We zien hieruit, dat voor niet al te hoge REYNOLDS getallen en SCHMIDT getallen $\geqslant 1$ het overdrachtsproces vrijwel alléén door de film-weerstand wordt beheerst. Zonder zeer grote fouten te maken kan men de stofuitwisseling uit de afschuifspanning berekenen door alleen verg. (13) toe te passen. Voor SCHMIDT getallen tussen 0.5 en 10 kan de tussen haken geplaatste vorm voorts worden vereenvoudigd tot $14\, Sc^{2/3}$, zodat we voor een ronde buis verkrijgen:

$$\left(\frac{H.T.U.}{d}\right)_G = 3.5\, Sc^{2/3}\sqrt{\frac{2}{f}} \quad . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Uit deze relatie volgt, dat de $H.T.U.$ omgekeerd evenredig met de wortel uit f varieert, in plaats van omgekeerd evenredig met f te zijn, zoals zou volgen uit de oorspronkelijke REYNOLDS analogie (verg. 5). De exponent van het SCHMIDT getal, 2/3, komt hierin overeen met de exponent in de experimentele CHILTON-COLBURN analogie.

Bovenstaande betrekking (14) werd door NORMAN getoetst door het verrichten van destillatieproeven in een wetted wall kolom. De waarde van de wrijvingsfactor f werd gevarieerd door de wand van deze kolom kunstmatig te verruwen door het aanbrengen van een draad-spiraal. Hierdoor werd de $H.T.U.$ gehalveerd, terwijl het drukverval een factor vier steeg; aangezien $\triangle p$ evenredig is met f is dit dus in overeenstemming met verg. 14.

Uiteraard is de oorspronkelijke afleiding van VON KÁRMÁN niet geldig voor ruwe buizen; NORMAN verklaart de overeenkomst van de theorie met het experiment op grond van de aanname dat de film-dikte geheel wordt bepaald door de plaatselijke afschuif-spanning. Deze redenering houdt in, dat de filmdikte in het apparaat met de ruwe buiswand gelijk is aan de filmdikte in een gladde buis waarin de stroomsnelheid zo hoog is opgevoerd dat dezelfde afschuifspanning in de film heerst als bij de ruwe buis wordt waargenomen.

8. Toepassing van de von Kármán analogie op Packed Columns voor vloeistof-gas contact

Voortbouwend op de veronderstelling dat de filmdikte wordt bepaald door de plaatselijke afschuifspanning berekent NORMAN de stofuitwisselingscoëfficiënt in de gasfase voor met vullichamen gevulde kolommen. Voor gestapelde pakkingen (houten roosters, z.g. „drippoint grids" van keramisch materiaal) wordt een gemodificeerde f uit het drukverval berekend als volgt:

$$\frac{f'}{2} = \frac{\triangle p}{\rho v^2} \cdot \frac{F}{2a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (15)$$

De stof-overdrachtsvergelijking wordt dan

$$a.(H.T.U.)_G = 14\,(Sc)^{2/3}\sqrt{\frac{2}{f'}} \quad . \; . \; . \; . \quad (16)$$

Deze vergelijking werd getoetst aan metingen van MOLSTAD et al. aan drippoint-grids (NH_3 absorptie in water) en aan metingen van JOHNSTONE en SINGH aan houten roosters (NH_3 absorptie in zuur, SO_2 absorptie in loog, verdamping van water). De overeenstemming tussen de berekende en de experimentele stofoverdrachtsgetallen is zeer goed, speciaal bij de metingen van MOLSTAD et al.

Voor gestorte vullichamen wordt een gemodificeerde f berekend uit de vergelijking:

$$\frac{f''}{2} = \frac{\triangle p}{\rho v^2} \cdot \frac{F}{2a\sqrt{2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (17)$$

Voor de bepaling van de stofoverdracht substitueert men in verg. (16) f'' voor f'.

Met behulp van deze relaties werden de stofoverdrachtscijfers, gemeten door HOUGEN [5] en medewerkers aan poreuze met water bevochtigde pakking, voorspeld. Voor ge-

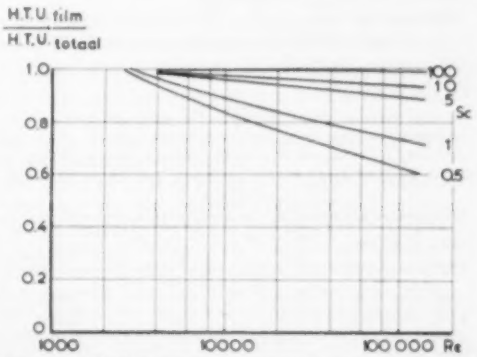


Fig. 1. Verhouding tussen filmweerstand en totaalweerstand in ronde buizen (volg. VON KÁRMÁN).

[1]) Bij gelijke watersnelheid vallen de stofoverdrachtscijfers van BARNET en KOBE met die van GILLILAND samen.

storte bol-pakking zijn de verkregen resultaten samengevat in de volgende tabel:

TABEL I

Berekende en exp. $a\,(H.T.U.)_G$ waarden van de experimenten van GAMSON, THODOS *en* HOUGEN *(verdamping aan poreuze bolvormige vullichamen)*

Re	$a\,(H.T.U.)_G$ exp.	$a\,(H.T.U.)_G$ berekend	$\frac{(H.T.U.)_G \text{ exp.}}{(H.T.U.)_G \text{ ber.}}$
400	8.5	8.5	1.0
800	11.5	13.7	0.82
1500	14.4	20.6	0.70

Bij lage REYNOLDS getallen is de overeenstemming tussen theorie en experiment goed; bij hogere REYNOLDS getallen neemt de onderlinge afwijking toe. Dit is echter begrijpelijk, daar de relatieve weerstand van de turbulente kern bij verhoging van het REYNOLDS getal zeer duidelijk groter wordt en hierdoor vergelijking (16) (die gebaseerd is op het alleen in rekening brengen van de filmweerstand) voor de totaal-overdracht niet meer juist is. Nemen we de waarde van $Sc = 0.62$ voor de experimenten van HOUGEN et al. in acht, dan is de waargenomen daling van $(H.T.U.)_G$ exp./$(H.T.U.)_G$ ber. met toenemende *Re* zeer plausibel [5]).

Toepassing van de verkregen formules op Raschig ringen kolommen en kolommen met Berl zadels toont aan dat in deze kolommen gemeten stofoverdrachtsgetallen slechts 20—30% bedragen van hetgeen men op grond van de beschouwingen van NORMAN zou verwachten. Deze apparaten zijn dus maar weinig effectief. De oorzaak van deze lage efficiency zal waarschijnlijk liggen in de relatief slechte bevochtiging van het vulmateriaal door de absorptie vloeistof, ofschoon ook een slechte gasdistributie door de vulling een rol kan spelen. Deze zienswijze werd nog onlangs bevestigd door waterverdampingsproeven van HOUGEN c.s. [14] aan Raschig ringen en Berl zadels van poreus materiaal. Hierbij bleken de stofoverdrachtscijfers een factor 4 à 5 hoger te zijn dan bij metingen aan dergelijk niet poreus vulmateriaal indien toegepast in gas-absorptie kolommen, waarbij een absorptie vloeistof over de vulling stroomt.

Men kan op grond van het bovenstaande verwachten dat de efficiency van kolommen met vullichamen voor destillatie nog lager ligt, daar de toegepaste vloeistofbelastingen veel lager zijn dan bij absorptie kolommen (zie o.a. de vergelijkende metingen van DEED, SCHUTZ en DREW [3] aan een kolom met 12.7 mm Raschig ringen). Voorts moet men er rekening mee houden dat de vloeistoffase een extra weerstand tegen de stofoverdracht kan vormen, waardoor de totaal efficiency nog verder daalt.

Dit komt tot uiting in tabel II, waarin de experimentele en berekende $a\,(H.T.U.)_G$ waarden voor een door DUNCAN, KOFFOLT en WITHROW [4] onderzochte destillatiekolom zijn weergegeven.

TABEL II.

Berekende en exp. $a\,(H.T.U.)_G$ waarden voor de kolom van DUNCAN, KOFFOLT *en* WITHROW *(Raschig ringen vulling, 12 mm ø, diameter kolom 0.12 m; destillatie van tetrachloorkoolstof-benzeen).*

Re	$f^*/2$	*Sc*	$a\,(H.T.U.)_G$ ber.	$a\,(H.T.U.)_G$ exp.	$\frac{(H.T.U.)_G \text{ exp.}}{(H.T.U.)_G \text{ ber.}}$
800	2.43	0.68	6.95	161	0.043
1100	2.48	0.68	6.88	140	0.049
1600	2.3	0.68	7.15	136	0.053

[5]) Zie in verband hiermee fig. 1. Men houde hierbij dan rekening met het feit dat in kolommen met vullichamen turbulentie bij veel lagere waarde van het REYNOLDS getal intreedt (*Re* 40—200) dan bij gladde ronde buizen (*Re* 2000—3000).

De efficiency van deze packed column is dus wel zeer gering, hetgeen echter door de bovengegeven oorzaken gemakkelijk kan worden verklaard.

9. Toepassing van de Von Kármán analogie op packed columns voor vloeistof-vast contact

De in de vorige paragraaf beschreven toepassing van de VON KÁRMÁN analogie heeft uitsluitend betrekking op de stofoverdracht in een gas, waarbij de SCHMIDT getallen slechts weinig van $Sc = 1$ afwijken. Zeer recente metingen van LINTON en SHERWOOD [9] betreffende de stofoverdracht vast-vloeistof (in het bijzonder in ronde buizen) tonen aan dat voor de hierbij optredende waarden van *Sc* (1000-3000) de VON KÁRMÁN analogie veel te lage stofoverdrachtscijfers voorspelt. De volgens de experimentele CHILTON-COLBURN analogie voorspelde waarden komen echter zeer goed met het experiment overeen.

Een dergelijk resultaat kan derhalve ook worden verwacht indien de VON KÁRMÁN analogie wordt toegepast op stofoverdracht vast-vloeistof in een kolom met vullichamen.

Voor een onderzoek hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de metingen van MCCUNE en WILHELM [2], waarbij de stofoverdracht van β-naphtol in water werd nagegaan bij stroming van water door een laag vaste β-naphtol-bollen. De SCHMIDT getallen bedroegen hierbij 1200 à 1500. Voor de zo hoge waarden van het SCHMIDT getal is de benadering $14\,Sc^{1/3}$, toegepast bij de afleiding van verg. (16), niet meer juist. De juiste relatie wordt thans gegeven door (zie ook vgl. 13):

$$a\,(H.T.U.)_L = 5\,Sc \left| \frac{2}{f^*} \right. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

Toepassing hiervan op enkele der metingen van MCCUNE en WILHELM geeft de volgende resultaten:

TABEL III.

Berekende en exp. $a\,(H.T.U.)_L$ waarden voor de experimenten van MCCUNE *en* WILHELM; *(oplossen van 6.3 mm ø β-naphtol-bollen in water).*

Re	$f^*/2$	*Sc*	$a\,(H.T.U.)_L$ berekend vgl. 18	$a\,(H.T.U.)_L$ berekend vgl. 16	$a\,(H.T.U.)_L$ exp.
182	2.56	1460	4600	1140	1020
347	1.56	1450	5800	1460	1170
563	1.58	1460	5800	1450	1480

We zien dat volgens vgl. (18) berekende $a\,(H.T.U.)_L$ waarden een factor 4 hoger zijn dan werd gemeten. Een overeenstemming tussen experiment en theorie als bij de gasfase-uitwisseling is dus niet aanwezig, hetgeen, als boven reeds werd uitgesproken, op grond van de experimenten van LINTON en SHERWOOD kan worden verwacht.

In dit verband dient er echter op te worden gewezen dat VON KÁRMÁN in zijn oorspronkelijke publicatie geenszins beweert dat voor zeer hoge PRANDTL (SCHMIDT-) getallen de door hem ontwikkelde relatie juist is. Bij hoge SCHMIDT-getallen beheerst vrijwel onafhankelijk van het Re-getal het laminair stromende deel van de grenslaag het uitwisselingsproces geheel, zodat in dit geval elke onzekerheid in de bepaling van de dikte dezer laag de resultaten sterk beïnvloedt.

Merkwaardig is, dat de berekening volgens verg. (16) de resultaten van MCCUNE en WILHELM veel beter voorspelt. Dit wijst erop dat ook voor kolommen met vullichamen de

door CHILTON en COLBURN aangegeven exponent van het SCHMIDT getal, nl. 0.67, toepasbaar blijft ondanks de zeer grote variatie in het SCHMIDT getal.

Een dergelijke conclusie kan ook worden getrokken uit het werk van HOBSON en THODOS [7], die aantoonden dat voor het uitdrijven van methyl-aethyl keton uit een bed van poreuze katalysatorpillen met water resultaten werden verkregen die in één lijn liggen met de metingen van GAMSON, THODOS en HOUGEN (vgl. tabel I).

10. Conclusie

Het tot dusver nog onvoldoende bekende theoretisch verband tussen drukverval en stofoverdracht in kolommen met vullichamen is door de beschouwingen van NORMAN duidelijker geworden. De uit deze beschouwingen voortkomende berekeningswijze geeft voor de stofoverdracht in de gasfase vrij goed met het experiment overeenstemmende waarden in die gevallen waarin vloeistof- en gasverdeling ideaal zijn (b.v. verdamping van vloeistof uit poreus materiaal). Kolommen met vullichamen voor gasabsorptie en destillatie geven veel lagere stofoverdrachtsgetallen. Deze geringe efficiency is waarschijnlijk een gevolg van een slechte vloeistofverdeling.

Voor stofuitwisseling in de vloeistoffase (hoge SCHMIDT-getallen) stemmen de resultaten van de theorie echter niet met het experiment overeen. Een nader onderzoek betreffende de oorzaak van de tekortkomingen van de VON KÁRMÁN analogie in dit gebied is derhalve gewenst.

Nomenclatuur

a	=	oppervlak vullichamen per volume eenheid, m^2/m^3
c	=	soortelijke warmte, joule/kg °C
d	=	diameter buis, m
d_p	=	diameter vullichaam, m
D	=	stofdiffusie coëfficiënt, m^2/sec.
e	=	wervel-warmte diffusie coëfficiënt, m^2/sec
E	=	wervel stof-diffusie coëfficiënt, m^2/sec
f	=	wrijvings-factor, $\tau_o/\rho\bar{v}^2$
f'	=	gemodificeerde wrijvingsfactor, gestapelde vulling
f''	=	gemodificeerde wrijvingsfactor, gestorte vulling
F	=	fractie vrije ruimte in vulmateriaal
$(H.T.U.)_G$	=	hoogte transfer unit, stofoverdracht in gasfase, m
$(H.T.U.)_H$	=	hoogte transfer unit, warmteoverdracht, m
$(H.T.U.)_L$	=	hoogte transfer unit, stofoverdracht in vloeistoffase, m
j_D	=	stof-overdrachtsfactor van CHILTON-COLBURN
j_H	=	warmte-overdrachtsfactor van CHILTON-COLBURN
k	=	warmtegeleidingscoëfficiënt, $k = c\rho\alpha$, joule/m. sec °C
N_H	=	aantal transfer units, warmteoverdracht
N_u	=	Nusselt getal, $q_o d / \triangle \theta_m k$
P	=	druk, N/m^2
Pr	=	PRANDTL getal, ν/α
Q	=	warmteoverdracht per eenh. van tijd, joule/sec
q	=	warmteoverdracht per eenh. van opp. en eenh. van tijd, joule/m^2 sec
q_o	=	warmteoverdracht per eenh. van opp. en eenh. van tijd aan buiswand, joule/m^2 sec
Re	=	REYNOLDS getal, $d\bar{v}/\nu$
$Ré$	=	gemodificeerd REYNOLDSGETAL, $d_p\bar{v}/\nu$
Sc	=	SCHMIDT getal, ν/D
t	=	temperatuur (gemeten in stroomrichting), °C
v	=	lineaire snelheid, m/sec
$\bar{v}$	=	gemiddelde lineaire snelheid in buis of in kolom (berekend op vrije doorsnede), m/sec
y	=	coördinaat loodrecht op stromingsrichting, m
z	=	lengte van de laag vulmateriaal; buislengte, m
α	=	warmtediffusie coëfficiënt (temperatuurvereffeningscoëfficiënt), m/sec
ϵ	=	kinematische wervel viscositeit, m^2/sec
θ	=	temperatuur (gemeten loodrecht op de stromingsrichting), °C
θ_m	=	gemiddeld temperatuurverschil in de richting der warmteoverdracht, $(\theta_1 - \theta_2)$, °C
ν	=	kinematische viscositeit, m^2/sec
ρ	=	dichtheid, kg/m^3
τ	=	afschuifspanning, N/m^2
τ_o	=	afschuifspanning langs buiswand, N/m^2

Litteratuur

[1] BARNET, W. I., KOBL, K. A., *Ind. Eng. Chem.* **33**, 436—442 (1941).
[2] MCCUNE, L. K., WILHELM, R. H., *Ind. Eng. Chem.* **41**, 1124—1134 (1949).
[3] DEED, D. W., SCHUTZ, P. W., DREW, T. B., *Ind. Eng. Chem.* **39**, 766—774 (1947).
[4] DUNCAN, D. W., KOFFOLT, J. H., WITHROW, J. R., *Trans. Am. Inst. Chem. Engrs.* **38**, 259—280 (1942).
[5] GAMSON, B. W., THODOS, G., HOUGEN, O. A., *Trans. Am. Inst. Chem. Engrs.* **39**, 1—35 (1943).
[6] GILLILAND, E. R., SHERWOOD, T. K., *Ind. Eng. Chem.* **26**, 516—523 (1934).
[7] HOBSON, M., THODOS, G., *Chem. Eng. Progr.* **45**, 517—524 (1949).
[8] KÁRMÁN, TH. VON, *Engineering* **148**, 210—213 (1939).
[9] LINTON, W. H., SHERWOOD, T. K., *Chem. Eng. Progr.* **46**, 258—264 (1950).
[10] MURPHREE, E. V., *Ind. Eng. Chem.* **24**, 726—736 (1932).
[11] NORMAN, W. S., *The Industrial Chem.* **25**, 42—53 (1949).
[12] SHERWOOD, T. K., *Trans. Am. Inst. Chem. Engrs.* **36**, 817—840 (1940).
[13] SHERWOOD, T. K., WOERTZ, B. B., *Trans. Am. Inst. Chem. Engrs.* **35**, 517—540 (1939).
[14] TAECKER, R. G., HOUGEN, O. A., *Chem. Eng. Progr.* **45**, 188—193 (1949). (Zie *Ingenieur* **40**, *Chem. Techn.* **4**, p. 32).

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

66.074.7 : 541.183

Gasbel-kolommen voor gasabsorptie [1])

Het artikel handelt over gasbel-kolommen, waarin de gasbellen worden gevormd door het gas via een poreuze plaat in de vloeistof te laten opstijgen. De poreuze platen waren vervaardigd van brons, staal en koolstof; zij zijn als zodanig in Amerika in de handel.

Het absorptie-apparaat bestond in principe uit een kolom boven de poreuze plaat, waarvan de diameter varieerde van 1—4 inch, de hoogte van 0,7—5 ft. De vloeistof doorstroomde deze kolom van boven naar beneden. De gasdosering varieerde van 20—120 lb/hr. sq ft (0,02—0,14 m/sec), de vloeistofdosering van 1000—40000 lb/hr. sq ft (10^{-3}—5.10^{-3} m/sec). De temperatuur werd gevarieerd van 15—40 °C.

[1]) H. L. SHULMAN en M. C. MOLSTAD, *Ind. Eng. Chem.* **42**, 1058 (1950). (Symposium „Absorption and Extraction").

Het gedrag van de opstijgende bellen onder verschillende omstandigheden werd geobserveerd; enkele foto's werden afgedrukt.

Drukverlies en vloeistof hold-up werden gemeten bij verschillende gassnelheden. De weerstand van een natte poreuze plaat blijkt 6—20 maal zo groot te zijn als in droge toestand.

De snelheid van stofoverdracht werd gemeten voor systemen waarin de weerstand in de vloeistofphase overheerst: absorptie en desorptie van koolzuur en desorptie van waterstof. De resultaten zijn uitgedrukt in H.T.U. Deze kan worden omgerekend tot $K_L a$ met behulp van de formule: $K_L a = u/H.T.U.$

u = lineaire vloeistofsnelheid berekend op lege kolom.

Wat betreft de invloed van de gassnelheid op de stofoverdracht kan men twee gebieden onderscheiden. Bij lage gassnelheden (laminair) is $K_L a$ evenredig met de gassnelheid tot de macht 0,74; in het turbulente gebied is $K_L a$ onafhankelijk van de gassnelheid.

$K_L a$ is vrijwel onafhankelijk van de vloeistofsnelheid.

$K_L a$ neemt in het laminaire gebied een weinig toe met de temperatuur; in het turbulente gebied werd het omgekeerde effect geconstateerd.

Voor een kolomdiameter groter dan 2'' heeft deze geen invloed op de overdrachtscoëfficiënt; de overdrachtscoëfficiënt wordt wat lager bij vergroting van de kolomhoogte.

De schrijvers correleren de experimentele gegevens door enkele empirische formules. Een volledige interpretatie van de gegevens zal eerst mogelijk zijn, indien het gedrag van de opstijgende bellen volledig onderzocht is. Hierbij kan worden opgemerkt, dat tot dusver nog geen publicatie over een dergelijk apparaat was verschenen.

Vergelijking van het beschreven apparaat met de gebruikelijke kolom met vullichamen toont aan, dat bij lage vloeistofsnelheden de stofoverdracht even goed, bij hoge snelheden de stofoverdracht aanmerkelijk beter is dan in een kolom met vullichamen van dezelfde afmetingen. De weerstand is echter veel groter dan voor een kolom met vullichamen. Het is mogelijk dat voor sommige processen de gasbelkolom voordelen biedt. De schrijvers pasten het apparaat toe bij het chloreren van koolwaterstoffen.

Ho.

533.15. : 66.074.3 : 541.183 : 66.023,3

Invloed van de diffusiecoëfficiënt op de weerstand in de gasphase bij absorptie in een kolom met vullichamen [1])

Beide artikelen behandelen hetzelfde onderwerp; getracht wordt de invloed van de diffusiecoëfficiënt op de weerstand in de gasphase experimenteel te bepalen. In de literatuur is tot dusver weinig hierover bekend. Op grond van analoge beschouwingen van Chilton en Colburn (*Ind. Eng. Chem.* **26**, 1183 (1934)) zou men verwachten, dat $k_g a$ evenredig is met de macht 0,67 van de diffusiecoëfficiënt. Bij de metingen van Gilliland en Sherwood (*Ind. Eng. Chem.* **26**, 516 (1934)) bleek in een filmreactor k_g evenredig te zijn met de macht 0,56 van de diffusiecoëfficiënt. De enige metingen voor een kolom met vullichamen zijn van Mehta en Parekh (dissertatie Massachusetts, 1939); zij vonden, dat $k_g a$ evenredig was met de macht 0,17 van de diffusiecoëfficiënt.

Houston en Walker absorbeerden ammonia, methanol, aethanol en aceton in water, in een kolom van 1 ft diameter, tot een hoogte van 2 ft gevuld met 1'' Raschig-ringen. De gasdosering varieerde van 100—900 lb/hr.sq ft (0,12—1,0 m/sec); de vloeistofdosering van 500—3000 lb/hr.sq ft (0,7—4.10^{-3} m/sec). De gemeten overdrachtscoëfficiënten worden gecorrigeerd voor de weerstand in de vloeistofphase. Hiertoe wordt deze weerstand berekend met behulp van de relatie afgeleid door Sherwood en Holloway (*Trans. Am. Inst. Chem. Engrs.* **36**, 21 (1939)). De waarde van deze calculatiemethode is twijfelachtig, daar b.v. bij de absorptie van aceton voor sommige metingen de weerstand in de vloeistofphase meer dan de helft van de totale weerstand uitmaakte.

De aldus berekende waarde van $k_g a$ blijkt bij benadering evenredig te zijn met de macht 0,8 van de gassnelheid. Ook blijkt $k_g a$ nog sterk te worden beïnvloed door de vloeistofsnelheid; deze invloed heeft echter voor elk geabsorbeerd gas een ander karakter. Bij constante gas- en vloeistofsnelheid wordt telkens $k_g a$ uitgezet tegen de diffusiecoëfficiënt. Deze grafieken vertonen een zeer grote spreiding; gemiddeld blijkt $k_g a$ evenredig te zijn met de macht 0,67 van D, behalve voor de hoogste vloeistofsnelheid, waarbij $k_g a$ niet met D verandert. Aangezien een dergelijke plotselinge verandering van de machtsexponent van D hoogst onwaarschijnlijk is, moet men wel concluderen, dat de aldus berekende waarden van $k_g a$ niet voldoende nauwkeurig zijn om de invloed van de diffusiecoëfficiënt af te leiden.

Bij de metingen van Surosky en Dodge werd de weerstand in de vloeistofphase uitgesloten door de verdamping van zuivere vloeistoffen te bestuderen. Verdampt werden water, methanol, benzeen en aethylbutyraat in een kolom van 8'' diameter, gevuld met 1'' Raschig-ringen tot een hoogte van 4—12''. De gasdosering varieerde van 140—500 lb/hr. sq ft (0,16—0,6 m/sec); de vloeistofdosering van 435—5000 lb/hr. sq ft (0,6—7.10^{-3} m/sec).

Uit de experimentele resultaten werd voor elke meting $k_g a$ berekend. De invloed van de hoogte kon worden genivelleerd door steeds 2,2'' voor eindeffect bij de hoogte op te tellen. Alleen bij een lage vloeistofsnelheid had deze invloed op de waarde van $k_g a$; bij vloeistofsnelheden boven 2.10^{-3} m/sec bleef $k_g a$ constant. Voor alle series bleek $k_g a$ evenredig te zijn met de macht 0,72 van de gassnelheid en met de macht 0,15 van de diffusiecoëfficiënt.

Men mag concluderen, dat $k_g a$ zeer waarschijnlijk evenredig is met een lage macht van de diffusiecoëfficiënt, althans voor het hier beschouwde stromingsgebied.

Ho.

[1]) R. W. Houston en C. A. Walker, *Ind. Eng. Chem.* **42**, 1105 (1950). A. E. Surosky en B. F. Dodge, ibid **42**, 1112 (1950). (Symposium „Absorption and Extraction").

Inhoud CHEMISCHE TECHNIEK 11: Stofoverdracht en wrijvingsverliezen in kolommen met vullichamen voor destillatie en gasabsorptie, door F. J. Zuiderweg. — Korte Technische Berichten: Gasbel-kolommen voor gasabsorptie, door Ho. Invloed van de diffusiecoëfficiënt op de weerstand in de gasphase bij absorptie in een kolom met vullichamen, door Ho.

L. SMIT & ZOON
KINDERDIJK
HOLLAND

Afd. METAALGIETERIJ

levert
gietwerk in

KOPER
BRONS
ALUMINIUM
en
andere Non Ferro legeringen

Gewicht van 1—ca. 750 kg. per stuk

•

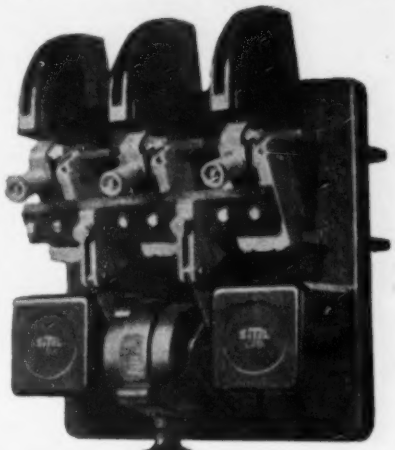
Eventueel met certificaat
of Rijkskeur, ruw of bewerkt

•

EIGEN MODELMAKERIJ

mini-maximaal
automaat type DB
320 - 2000 A ∿

SITEL



CGE

DEN HAAG
KONINGINNEGRACHT 64
Telefoon 112010*

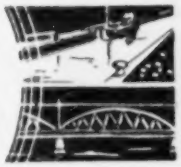
v.D. HEUVEL's

AANNEMINGS- & HANDELSBEDRIJF

Aannemers van grond-, water-, spoor- en wegenbouwkundige werken. Tevens uitvoering van alle voorkomende sloopwerken

ROTTERDAM-ZUID

DORDTSCHESTRAATWEG 869 - TELEFOON 79043-72458



LOOPKATTEN

Zeer gunstige levertijden.

BELLAART
WINKELBEDRIJF DORDT

WIJNSTRAAT 17, DORDRECHT. TEL. 6710 (K 1850)

ELECTROTECHNISCHE FABRIEK

„Gella"

BREDA: Fabriek: Zandbergweg 34—38. — Tel. 6383
Kantoor: Acaciastraat 41 — Tel. 7657

Wikkelen van:

- draai- en gelijkstroommotoren
- transformatoren
- speciaal inrichting voor Auto-electriciteit.

P. A. L. Servicestation voor Noord-Brabant — Wico-service

boele & van eesteren

den haag - beton-bouw en waterbouwkundige werken - tel. 554932*

CALOR EMAG

OLIEARME HOOGSPANNINGSSCHAKELAARS
met hand-
motor-
of persluchtbediening

LAAGSPANNINGS-
SCHAKELAARS
tot 10.000 A,
500 V≈
750 V=

Het garantie-merk!

Alleenvertegen- voor Nederland
TECHNISCH BUREAU
G. MÉLOTTE

MAASTRICHT
Hoge Brugstraat 11
Telefoon 3921

AMSTERDAM
Vossiusstraat 32
Telefoon 21719

GRASSO'S
PNEUMATISCHE GEREEDSCHAPPEN

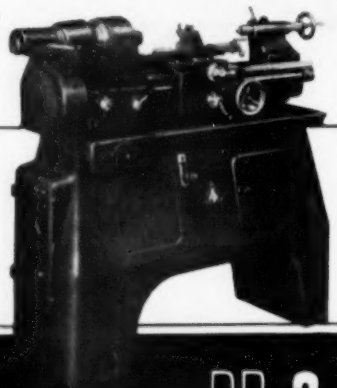
Tal van werkzaamheden worden hiermede verricht binnen een fractie van de tijd, die handenarbeid vergt. Of Uw bedrijf nu groot is, klein of heel klein . . . Grasso's Pneumatische Gereedschappen helpen U tijd . . . dus geld besparen! Vraag ons vandaag nog vrijblijvend om uitvoerige gegevens.

GRASSO'S Machinefabrieken N.V.
's-HERTOGENBOSCH

N.V. NEDERLANDSCHE MACHINEFABRIEK

„ARTILLERIE-INRICHTINGEN"

HEMBRUG ZAANDAM



***draaibank* DR. 3.**

voor uiterst nauwkeurig productiewerk en voor draaien met hardmetaal of diamant.

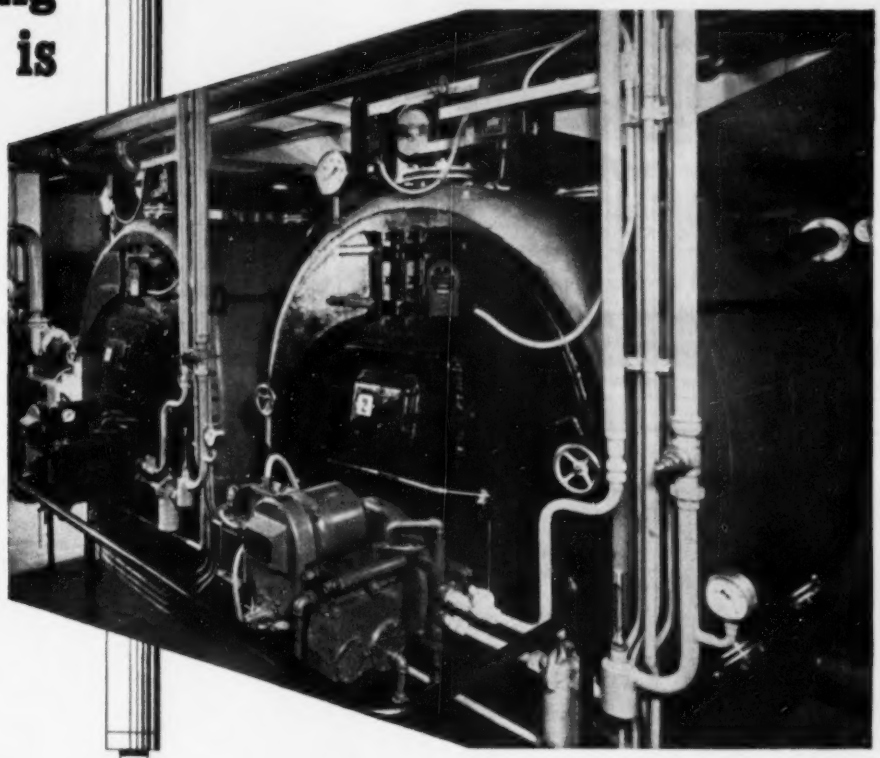
VERKOOPORGANISATIE:

Lindeteves n.v. metaalbewerking

KANTOOR EN SHOWROOM: NIEUWMARKT 17-23 AMSTERDAM-C. TELEFOON 46974-40345

waar veel warmte nodig is

Bronswerk!



Bauduin

Hierbij afgebeeld ziet U de centrale verwarmingsketels in de K.R.O. Studio's te Hilversum.

BRONSWERK

N.V. BRONSWERK HOOFDKANTOOR AMERSFOORT

AMSTERDAM - ROTTERDAM - APELDOORN - LEEUWARDEN - VLISSINGEN - SITTARD

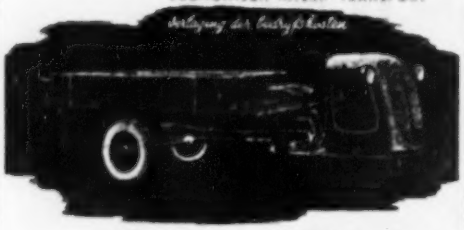
IVO-WAGENS

thans weer leverbaar

DRAAGVERM. 1250 EN 2000 kg.

ECONOMISCH INTERN TRANSPORT

Verlaging der bedrijfskosten



Voordelen van IVO-wagens

ROBUSTE UITVOERING
STEEDS BEDRIJFSKLAAR
KORTE DRAAICIRKEL
EENVOUDIGE BEDIENING
CONCURREERENDE PRIJZEN
LAGE ONDERHOUDSKOSTEN

OPG 1936

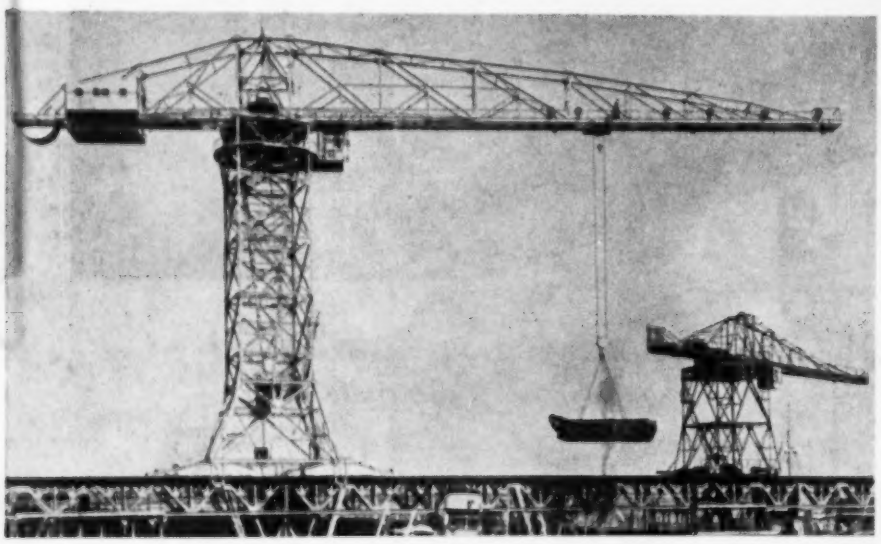
JOSEPH VÖGELE A-G MANNHEIM

IMPORTEUR MECHANISCH TRANSPORT LINIE „METRAM" SCHEIDINGSWEG C 229 TEL. 26753 NIJMEGEN

METRAM

KLEINEWEFERS Handelsgesellschaft m.b.H KREFELD

Vertegenwoordiger voor Nederland:
J. CRAMER - AMSTERDAM - JOH. VERHULSTSTRAAT 136



HELLINGBOUWKRAAN
Capaciteit: 10 ton bij 50 M. armlengte
idem „ 20 ton bij 30 M. armlengte

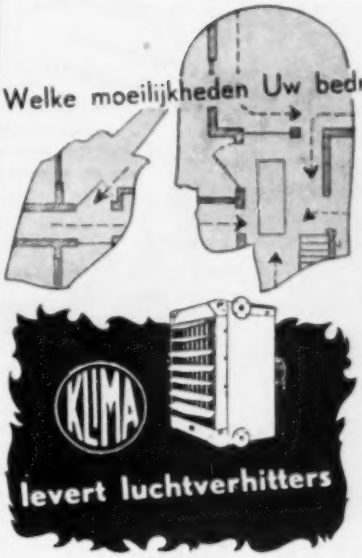
GEVESTIGD SINDS 1875

HAVEN-KRANEN
WERF-KRANEN
DOKKRANEN
GRUPER-KRANEN
LOOP-KRANEN
LOOP-KATTEN
MANTROLLEY'S
LIEREN

OOSTMAASLAAN 203-233

n.v. machinefabriek Hensen

ROTTERDAM-O (HOLLAND)

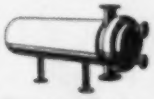


Welke moeilijkheden Uw bedrijfsverwarming ook biedt:
U kunt ze oplossen:

Aarzel niet: ook voor Uw bedrijf kunt U met KLIMA luchtverhitters een doelmatige, practische verwarming laten aanleggen, efficient en economisch in het gebruik. Laat U door Uw installateur eens nader inlichten over deze kleine apparaten, die bij een minimaal krachtverbruik een bijzonder groot warmte-afgiftevermogen hebben. Reeds in vele grote en kleine fabrieken en industrieele bedrijven, heeft het KLIMA verwarmingssysteem zijn deugdelijkheid bewezen.

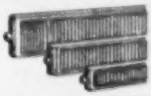
Iedere installateur zal U gaarne terzijde staan.

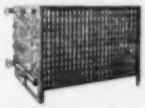
★


Tegenstroomtoestellen

Verwarmingselementen in elke capaciteit

Stalen Ribbenbuizen


Convectoren 100-150 en 200 mm


Pakef- en Amoniakkoelers

„KLIMA" · EINDHOVEN · HOLLAND · TELEFOON 3123

Diamant Boart

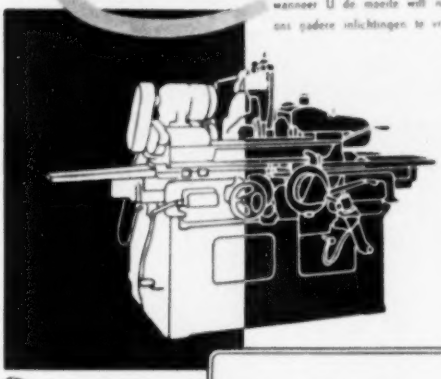
metaalgebonden diamantgereedschappen, vlot leverbaar

N.V. A. BRUYAUX

Amsterdam, Singel 374, Tel. 30559, 35935

U kunt verbouwen wat wij herbouwen

en dat kunnen wij U bewijzen ook, wanneer U de moeite wilt nemen ons nadere inlichtingen te vragen.



OSSELAAR's
INDUSTRIE EN HANDELSONDERNEMING

herbouwt **onder garantie** alle machines voor metaalbewerking

REBUILDING DEPARTMENT
Plantage Doklaan 1 - 3 Amsterdam
Telefoon 51971 - 56466 - 58311

R 15

TECALEMIT

RADIAL

SMEERSYSTEEM

Vol-automatisch meerleiding hoge druk systeem, voor olie of vetsmering, met op de pomp aangebrachte instelbare smeerventiels tot maximaal 20 smeerpunten.

ambi N.V.
AMSTERDAM

MAURITSKADE 12 TEL. 55127-53227

Automatische

Cérac Duplex-Ketel

met dubbele vuurhaard en mechanische ontslakking

Vraagt nadere inlichtingen aan Uw installateur

of aan

VERWARMINGS-MAATSCHAPPIJ N.V.

Croeselaan 7-9, Utrecht Tel. 15404

MATERIALENKENNIS

ORGAAN VAN DE BOND VOOR MATERIALENKENNIS

REDACTEUREN: Dr Ir H. G. GEERLINGS EN Dr W. J. MIJVELD — REDACTIEADRES: OOSTELIJKE 36, ZAANDAM

620.193 : 620.197.3 : 620.197.5 : 621.79.02 : 541.135.62

Korrosion, Decapieren, Inhibition und Passivität der Metalle[1]
(oder Oxydation, Entoxydation oder Antioxydation)

von JEAN FRASCH

Chemischer Berater der Soc. des produits chimiques de terres rares, Paris.

Seit undenklichen Zeiten verstand es der Mensch, die Erze, welche er dem Erdinnern abgewann, und die brüchige, nicht ziehfähige Körper sind, in dehnbare, ziehfähige und hämmerbare Stoffe zu verwandeln, die er die *Metalle* benannt hat.

Noch ehe die geringsten Begriffe von Chemie und Metallurgie bekannt waren, verstanden es die Menschen, ein Erz chemisch zu reduzieren und es in Metall zu verwandeln, das sie zur Verfertigung ihrer Waffen, Werkzeuge, Fabrikationsmittel anderer Werkzeuge und ihrer Transportmittel verwandten.

Durch die Entwicklung der Wissenschaften und insbesondere seit dem neunzehnten Jahrhundert gelang es dem Menschen, die Erze zu analysieren und festzustellen, dass sie in der Natur vor allem in Form von Oxyden, Sülfiden, Carbonaten, Silicaten, basischen Sulfaten und Chloriden vorgefunden werden. Um das Metall zu gewinnen, müssen verschiedene Operationen vorgenommen werden, die alle unter dem Begriff der *Reduktion* zusammengefasst werden können, und welche Operationen einen Energie-Verbrauch erfordern.

Die Technik des zwanzigsten Jahrhunderts ist ohne Metalle und insbesondere ohne Stahl undenkbar. Dem Menschen ist aber nicht nur das Bauen eigen, sondern auch der Hang, was er und seine Väter gebaut haben, für Kinder und Kindeskinder zu erhalten.

Die Natur rächt sich jedoch am Menschen, der es verstanden hatte, dem Erdinnern diese Oxyde, Sülfide, Carbonate zu entziehen, um sie in einfache metallische Körper zu verwandeln (oder in Legierungen), und reagiert durch den Vorgang, den man die „Korrosion" der Metalle nennt, das heisst ihre Zerstörung und ihre neuerliche Umwandlung in Oxyde, Carbonate, Sülfide etc. . . . All' diese Umwandlungen können unter dem Namen *Oxydation* zusammengefasst werden, welche gemeinhin Energie entwickeln, die der Mensch leider nicht auswerten kann. Die Korrosion der Metalle stellt also den ihrer Produktion entgegengesetzten Prozess dar.

Um sein Erworbenes zu erhalten, muss der Mensch neuerlich gegen die Natur ankämpfen, um so die Korrosion der einzelnen Metalle wie auch aller metallischer Konstruktionen zu verhindern oder zumindest aufzuschieben. Wir wollen uns in dieser Studie über die Mittel, die ihm augenblicklich in der Bekämpfung der Korrosion zur Verfügung stehen, die man unter dem Namen der „Passivierung der Metalle" zusammenfasst, ergehen. Wir wollen uns auf Eisen und dessen Legierungen beschränken, welches augenblicklich das meistverwendeteste Metall im modernen Leben ist; die gleichen Schlüsse mit etwas verschiedener Technik können an anderen industriellen Metallen angewandt werden.

Wir wollen nun diese Studie mit der Korrosion des Eisens beginnen und setzen sie über die Mittel fort, die Effekte der Korrosion zu entfernen (Decapieren) sowie sie vor Korrosion durch Schutz zu bewahren

Korrosion des Eisens und seiner Legierungen

Man findet das Eisen in der Natur in Form von oxydierten Erzen u.zw.: Eisenoxydul-Oxyd oder Magnetit Fe^3O^4 kubisch, Dichte 5,17, Hämatit Fe^2O^3 rhomboëdrisch, Dichte 5,15; Goethit $Fe^2O^3.H^2O$, orthorombisch, Dichte 4,35; Lepidocrecit $Fe^2O^3.H^2O$, ebenfalls orthorombisch, jedoch Dichte 3,55. Man kennt kein Erz mit der Formel FeO, die dem zweiwertigen Eisen entspricht, denn FeO kubisch, Dichte 6, ist bei gewöhnlicher Temperatur (1) ein metastabiler Körper; bei Temperaturen unter 570° C zerfällt es der Reaktion gemäss:

$$4\,FeO = Fe^3O^4 + Fe$$

Die Produkte der Eisenkorrosion setzen sich hauptsächlich aus den gleichen Elementen zusammen u.zw.: Zunder Fe^3O^4, wasserhältiger Rost $Fe^2O^3.H^2O$ und wasserloser Rost Fe^2O^3 von gleicher kristallinischer Form wie die Eisenerz-Oxyde.

Wie ist der Mechanismus der Entstehung dieser Oxyde, die die Ursache der Eisenkorrosion sind?

a. Beschaffenheit der Eisenoxyde, die im Verlaufe der Korrosion entstehen.

Wie bei allen Metallen verursacht das Aussetzen des Eisens an trockener Luft die Bildung eines unsichtbaren Oxyd-Häutchens (Filmes), ungefähr 30 Angströms Dicke, welches die Passivität des Metalles hervorruft, das heisst eine Inhibition gegen beschleunigte Oxydierung. Dieser Film ist wahrscheinlich aus Fe^3O^4 gebildet, das von der Zersetzung von FeO herrührt und ursprünglich durch die Einwirkung des Sauerstoffes auf das Eisen entsteht. Diese Passivität des Eisens bewirkt, dass es sich unendlich lange in der Raumtemperatur erhält; dies bei trockener Luft, in Abwesenheit von Wasserdämpfen und jeder anderen Elektrolyte.

Bei anwesenden Wasserdämpfen oder ionisierender Elektrolyte wird das Eisen in der Raumtemperatur von einem Film wasserhältigen Oxydes $FeO.H^2O$ oder $Fe(OH)^2$ bedeckt, der bei Berührung mit der Luft unstabil ist, und welcher bei rapider Oxydation den Rost erzeugt, der dem Goethit $Fe^2O^3.H^2O$ oder $FeO(OH)$ entspricht, oder bei einer allmählichen (langsamen) Oxydation zuerst das salzige

[1]) Vortrag gehalten im Kring Metalen te Utrecht 15 Juni 1950.

Oxyd $Fe^3O^4.H^2O$ grün, erzeugt, und dann bei neuerlicher Zufuhr von Sauerstoff den Rost bildet, der dem Lepidocrocit $Fe^2O^3.H^2O$ entspricht. $Fe^3O^4.H^2O$ ist jedoch sehr porös und gestattet dem Sauerstoff und der atmosphärischen Feuchtigkeit bis zum Metall vorzudringen, das eine neue Schicht von $Fe(OH)^2$ rückbildet, welche auf den Rost einwirkt, um das salzige Oxyd $Fe^3O^4.H^2O$ zu bilden, das durch die Oxydation $Fe^3O^4.H^2O$ wieder erzeugt. Man nennt dies das *Einrosten* des Eisens, d.h. das dieses vollkommen zerstört wird.

Sowohl der Rost $Fe^2O^3.H^2O$ als auch das salzige Oxyd $Fe^3O^4.H^2O$ entwässern sich an der Luft, um die wasserfreien Körper Fe^2O^3 und Fe^3O^4 zu ergeben; letzterer kann sich durch Oxydation in Fe^2O^3 umwandeln. Diese verschiedenen Umwandlungen vollziehen sich immer unter Freiwerden von Wärme (exothermisch) gemäss den Reaktionen:

Zahlentafel 1

$Fe + \frac{1}{2}O^2 + H^2O \rightarrow Fe(OH)^2$	+ 64.000 *cal*
$2\,Fe(OH)^2 + \frac{1}{2}O^2 \rightarrow Fe^3O^4.H^2O + H^2O$	+ 55.000 *cal*
$3\,FeO + \frac{1}{2}O^2 \rightarrow Fe^3O^4$	+ 75.000 *cal*
$2\,Fe^3O^4 + \frac{1}{2}O^2 \rightarrow 3\,Fe^2O^3$	+ 45.000 *cal*

wobei die Epochen nach der atmosphärischen Feuchtigkeit variieren; die Endform aller dieser Oxydationen ist immer das dreiwertige Oxyd und es ist daher begreiflich, warum der Rost oft in schichtenartiger Form erscheint.

Bei höheren Temperaturen ist das salzige Oxyd Fe^3O^4 stabiler als das dreiwertige Eisenoxyd Fe^2O^3; bei über 570° weist das zweiwertige Eisenoxyd FeO ebenfalls eine grosse Stabilität auf. Daher erzeugt die Oxydation des Eisens bei erhöhten Temperaturen sauerstoffhältige Verbindungen und demgemäss ungleiche Korrosionen. Besonders ist es der Fall der Zunderschichten, die sich beim Walzen oder Heissschmieden des Stahles ergeben. Bei Erhitzung des Metalles über oder unter 570° ergeben sich jeweils folgende Schichtenbildungen:

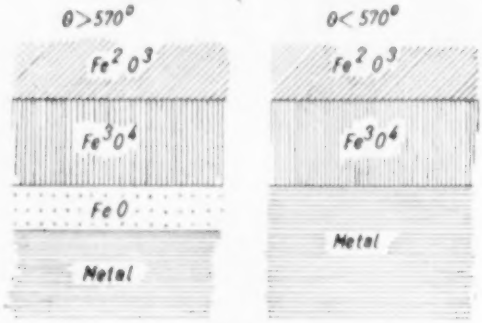


Fig. 1

Das Oxyd FeO, nur bei über 570° stabil, bildet sich in mehr oder minder dicken Schichten nur oberhalb dieser Temperaturgrenze. Teilweise oxydiert es in Fe^3O^4, welches völlig den Film von FeO überdeckt, was bewirkt, dass bei einer mehr oder weniger brüsken Abkühlung FeO unter der Schicht von Fe^3O^4 bleibt, welches den hauptsächlichsten Bestandteil des Zunders darstellt. Wird das Eisen auf weniger als 570° C, aber mehr als 150° C erhitzt, so wird FeO völlig in Fe^3O^4 verwandelt. Wird die Oxydation fortgesetzt, so verwandelt sich die obere Schicht des Filmes von Fe^3O^4 in beiden Fällen in Fe^2O^3.

b. Die Rolle des Sauerstoffes bei der Korrosion des Eisens.

Der Sauerstoff ist das wesentliche und unvermeidliche Element bei Entstehung der Eisenkorrosion. Andererseits haben wir aber gesehen, dass es ebenfalls der Sauerstoff ist, der den winzigen Passivations-Film erzeugt, welcher das Eisen unendlich lange sich an trockener Luft erhalten lässt. Wie ist diese Dualität der Funktionen des Sauerstoffes zu erklären, Dualität mit entgegengesetzten Wirkungen?

Sie ist leicht verständlich, wenn man den Begriff des elektrolytischen Potentials in Anspruch nimmt. Es ist bekannt, dass jedes Metall in Berührung mit einer ionisierten Lösung, dazu neigt, mehr oder minder in Lösung zu übergehen, positive Ione zu entwickeln. Diese Ionisations-Kraft wird gemessen, durch das elektrolytische Potential des Metalles in der ionisierten Lösung, welches Potential sowohl vom Metall (chemische Natur, physikalische Struktur, Natur der absorbierten Gase) als auch von der Lösung (chemische Komposition, Konzentration, Temperatur) abhängt, und nach Gibbs-Helmholtz

$$E = E_o + \frac{RT}{nF} \log a^+$$

gleich ist.

E_o ist eine konstante Charakteristik des metallischen Elementes, welche das normale Potential genannt wird und das der Aktivität des metallischen Ones $a^+ = 1$ entspricht, und welche das Potential einer metallischen Elektrode in Berührung mit einer normalen Lösung anzeigt. Es folgen einige Normal-Potentiale bei 25° C in Volt

Zahlentafel 2

K/K^+	— 2,92v.	Sn/Sn^{++}	— 0,13v.
Na/Na^+	— 2,71	Tb/Tb^{++}	— 0,12
Mg/Mg^{++}	— 1,55	Fe/Fe^{+++}	— 0,04
Al/Al^{+++}	— 1,33	H^2/H^+	± 0,00
Zn/Zn^{++}	— 0,76	Cu/Cu^{++}	+ 0,34
Fe/Fe^{++}	— 0,46	Ag/Ag^+	+ 0,80
Ni/Ni^{++}	— 0,23	Au/Au^{+++}	+ 1,36

Wenn man eine reine Eisen-Elektrode, die vorher trockener Luft ausgesetzt war, in eine neutrale Lösung normaler Ferro-Sulfate taucht und das Potential dieser Elektrode misst, so stellt man fest, dass es ungefähr 0,2 Volt hat; es ändert sich jedoch bald und steigt zuerst schleunigst, dann langsamer an, um $E = 0{,}46$ Volt zu erreichen. Nachstehende Graphik zeigt diese Veränderung an:

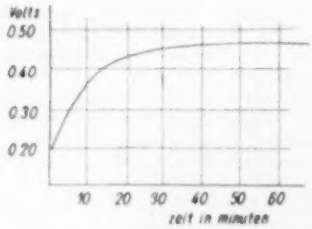


Fig. 2

Das Eisen, durch Aussetzen an trockene Luft passiv geworden, weist ein schwächeres Potential auf; in Berührung mit der Ferro-Sulfat-Lösung aber wird der Passivations-Film allmählich zerstört und das Potential des Eisens erreicht seinen ihm eigenen Wert, der — 0,46 Volt ausmacht.

Das Potential der Eisenelektroden ist sehr luft- und gasempfindlich; es ist um so mehr elektro-positiv, als die

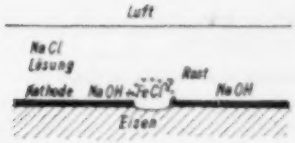


Fig. 3

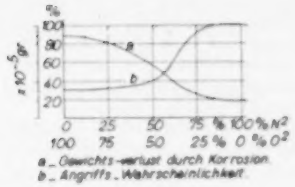


Fig. 4

Einwirkung der Luft länger dauert. Wenn man zwei Elektroden gleichen Potentials in eine Lösung taucht, durch ein Diaphragma absondert und eine von ihnen mit Luft durchstreichen lässt, so erzielt man ein Belüftung-Unterschieds-Element; die luftbestrichene Elektrode wird zur Kathode.

Das Potential des Eisens in einem Elektrolyt hängt von der Natur des in dem Elektrolyt gelösten Gases ab. Führt man Wasserstoff zu, so wird es mehr elektro-negativ; führt man Sauerstoff zu, zo wird es mehr elektro-positiv. Stickstoff bewirkt keinerlei Veränderung. Nachstehend einige Werte des Potentials eines Metalles, das in eine Lösung von Kalium-Chlorid getaucht ist, den zugeführten Gasen entsprechend:

Zahlentafel 3

Zeitablauf in Minuten	1	45	89	101	155	217	218	266
Eingeführtes Gas	H^2	H^2	H^2	N^2	O^2	O^2	N^2	N^2
Potential des Eisens	-0,53	-0,68	-0,77	-0,78	-0,73	-0,51	-0,52	-0,61

Der Sauerstoff scheint also als Inhibitor der Korrosion zu wirken, indem er die Angriffswahrscheinlichkeit des Eisens vermindert und zwar durch die Verringerung seines elektrolytischen Potentials; hingegen wirkt der Wasserstoff, der als solcher das Eisen nicht angreifen kann, indirekt als Anreger der Korrosion, indem er die Schichte passivierenden Oxydes verringert und indem er das als solches leicht oxydierbare Metall freimacht, die Angriffswahrscheinlichkeit des Eisens durch die Erhöhung des elektrolytischen Potentials vergrössert.

Damit in Raumtemperatur (oder sagen wir eher bei unter 150° C) Korrosion möglich sei, muss gleichzeitig Sauerstoff und Wasserstoff vorhanden sein; Sauerstoff allein vermag das Metall nicht zu zerstören, Wasserstoff jedoch zwingt durch seine Zerstörung der durch den Sauerstoff gebildeten passivierenden Schicht den Sauerstoff immer wieder eine neue Schicht reinen Metalls zu oxydieren.

c. Die Rolle der Wasserstoff-Entwicklung in der Eisenkorrosion.

Woher stammt der Wasserstoff, Ursache der Korrosion des Eisens? Er rührt von der Dissoziation des Wassers oder des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfes her, oder von der Dissoziation der Elektrolyte, gemäss der bekannten Formeln:

$$H^2O \rightarrow H^+ + OH^-$$
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

Das Wasserstoff-Ion wandert auf die kathodischen Metallteile und das Hydroxide Ion oder jedes andere Anion auf die anodischen Teile. Es ist übrigens seit den berühmten Forschungen von Evans bekannt, dass jedes Metall als eine Ansammlung einer grossen Anzahl von Elementen anzusehen ist, die jedes ihr eigenes elektrolytisches Potential aufweisen; der Durchschnitt dieser Potentiale ist dem Potential der Elektrode des gemessenen Metalles gleich.

Wir haben bereits gesehen, dass die differentielle Belüftung zweier Teile derselben Platte eine Potential-Differenz dieser zwei Teile hervorgerufen hat; das Gleiche gilt auch für zwei mehr oder minder harte, mehr oder minder glatte Teile und insbesondere bei Stahl für die Differenz der Zusammensetzung diverser Kristalle: Ferrit, Zementit etc., die jedes ihr eigenes Lösungs-Potential haben.

Zwei angrenzende Zonen von gleicher Grösse, die verschiedene Lösungs-Potentiale aufweisen, bilden ein Element in Gegenwart eines Elektrolytes. Das Wasserstoff-Ion wird sich auf die kathodischen Teile und das Hydroxide auf die anodischen setzen, und sich mit dem Eisen verbinden, um $Fe(HO)^2$ zu bilden das sich schnell in $Fe^2O^3.H^2O$ oxydiert). Im Falle einer ionisierten Lösung, wie etwa bei Meerwasser, wo das Anion Chlor dazwischentritt, werden wir dasselbe Resultat erzielen, obwohl der Prozess ein wenig verschieden ist.

Das Ion Na^+ kommt auf die kathodischen Teile, vermischt sich mit dem Wasser laut Formel

$$Na^+ H^2O = NaOH + H^+$$

und so bleibt schliesslich der Wasserstoff mit dem kathodischen Teil in Kontakt. Dieser wird infolge Formation von $NaOH$ alkalisch.

Das Ion Cl^- kommt auf die anodischen Teile, verbindet sich mit dem Eisen gemäss Formel

$$Fe^{++} + 2\,Cl^- = Fe\,Cl^2$$

das sogleich auf das Natron des kathodischen Teiles wirkt, um $Fe(OH)^2$ zu bilden und das zersetzte $Na\,Cl$ zu rekonstituieren.

$$Fe\,Cl^2 + 2\,NaOH = Fe(OH)^2 + 2\,Na\,Cl$$

Alles geht also vor sich, als ob nur das Wasser sich zersetzen würde.

Würde der kathodische Wasserstoff nach Massgabe seiner Entstehung entweichen, so würde das Element weiterfunktionieren, neue Mengen anodischen Eisens würden in Lösung übergehen. Glücklicherweise wird dieses Entweichen und folglich die Korrosion des Eisens gehemmt durch die Ueberspannung des Wasserstoffs, ein wohlbekanntes Phänomen, welches eigentlich eine Erhöhung des Potentiales ist; diese wieder ist notwendig, um die Bildung der Wasserstoffblasen auf den Eisenkathoden hervorzurufen; sie ist 0,21 Volt in den Säure-Lösungen und nur 0,08 Volt in den alkalischen Lösungen (verschiedene Substanzen haben die Fähigkeit, die Ueberspannung des Wasserstoffs auf das Eisen zu erhöhen und welche wir gelegentlich unserer Behandlung der Inhibitoren der Decapierung aufzählen werden.

Ein anderes Hemmen der Korrosion liegt in der Bildung des Rostes selbst, der ein basisches Hydrat ist und ein schwächeres Lösungs-Potential als das Metall selbst hat und so die vom Rost bedeckten Zonen weniger anodisch gestaltet.

POURBAIX legte thermodynamisch fest, dass eine Korrosion des Eisens mit Entwicklung von Wasserstoff

$Fe + 2\,H^+ = Fe^{++} + H^2$ oder eher $Fe = Fe^{++} + 2e^-$ und $2\,H^+ + 2e^- = H^2$

nur möglich sei, wenn sein Potential einen Wert hat, der zwischen dem Lösungs-Potential des Eisens, der 25° C ist,

$$E_{Fe} = 0{,}440 + 0{,}295 \log aFe^{++}$$

(aFe^{++} ist die Aktivität in Ferro-Ionen der Lösungsfraktion, die in direktem Kontakt mit dem Metall steht)

und dem Potential der Wasserstoff-Elektrode, die bei 25° C:

$$E_H = 0\,v - 0{,}058\,pH - 0{,}0295 \log pH^2$$

ist, (pH der Lösungsfraktion in direktem Kontakt mit dem Metall, pH^2 ist die Spannung, bei welcher der Wasserstoff entweicht) liegt.

Wenn sich z.B. das Eisen unter Entweichung des Wasserstoffs bei einem Athmosphärendruck von 1 Atm. korrodiert ($\log pH^2 = 0$) u.zw. im Kontakt mit einer Lösung von $pH = 4$, deren Aktivität in Ferro-Ionen 0,01 Ione gr/1 ist ($\log aFe = -2$) sind die beiden Grenzwerte des Potentials folgende:

$$E_{Fe} = -0{,}44 - (0{,}0295 \times 2) = -0{,}50 \text{ Volt}$$

$$E_H = 0 - (0{,}059 \times 4) - 0{,}0295 \times 0 = -0{,}24 \text{Volt}$$

Das Eisenpotential wird also zwischen $-0{,}50$ und $-0{,}24$ Volt liegen.

Aus den angeführten Formeln geht klar hervor, dass die Korrosions-Wahrscheinlichkeit des Eisens in einer sauren Lösung ($pH = 0$, $E_H = 0$) viel grösser als in einer alkalischen Lösung ($pH = 12$, $E_H = 0{,}708$) ist. Die Aktivität der Ferro-Ione ist in alkalischer Lösung viel geringer als in sauren Lösungen. E_{Fe} ist für $a = 1$ Iongr/1 bei $pH = 0$ gleich 0,44 Volt, während für $a = 10^{-7}$ Iongr./1 bei $pH = 12$ gleich $-0{,}65$ ist; die Korrosionsmöglichkeit gemessen durch die Differenz $E_{Fe} - E_H$ ist in alkalischer Lösung sehr schwach, obwohl das Potential des Metalles einen sehr negativen Wert darstellt.

Schlussfolgerungen über die Korrosions-Phänomene

Der Sauerstoff, unmittelbare Ursache der Korrosion des Eisens sowie der meisten Metalle, ist gleichzeitig ein guter Passivator des Eisens. Er bildet einen Oxyd-Film, welcher das Eisen gegen eine weitere Korrosion schützt unter der Bedingung, dass die Entwicklung von Wasserstoff oder die Zerstörung dieses Filmes verhindert werde. Die Entwicklung von Wasserstoff ist in alkalischen Lösungen überaus verlangsamt; das Gleiche gilt von der Auflösung des Oxyd-Filmes, so dass die Korrosion des Eisens in alkalischen Lösungen am schwächsten ist.

In neutralen oder schwach-sauren Lösungen wird das Eisen in oxydierendem Milieu am wenigsten korrodieren; in stark sauren Lösungen kann die Korrosion des Eisens verringert werden durch Beimengung von Substanzen, welche die Ueberspannung vergrössern und so die Entwicklung von Wasserstoff verlangsamen.

In sauren und oxydierenden Lösungen wird das Eisen sehr schnell korrodieren, denn einerseits depolarisiert der Sauerstoff des Oxydanten schleunigst die mit Wasserstoff geladene Kathode und gestattet ein neuerliches Freiwerden, also ein Funktionieren des Elementes, also eine neuerliche Korrosion; andererseits löst die Säure schleunigst den passivierenden Oxyd-Film auf und gestattet so eine dauernde, fortwährende Auflösung reinen Metalles.

Diese wenigen Begriffe über die Korrosions-Phänomene werden uns die Phänomene des Decapierens und des Metallschutzes leichter verständlich machen, was die eigentliche Aufgabe dieser Studie ist.

Das Decapieren von Eisen und Stahl

Das Decapieren der Ferro-Metalle hat den Zweck, diese von diversen Oxyd-Schichten zu befreien, die da sind: Rost, Zunder, und die sich im Laufe seiner Korrosion gebildet haben; es handelt sich darum, eine saubere Oberfläche zu erzielen, die fähig wird, hierauf einen Schutz gegen die Korrosion zu empfangen.

Das Decapieren des Eisens vor jeder eventuellen Schutzschicht ist weder ein Luxus (wie viele es zu ihrem Schaden glauben, die auf dem Rost anstreichen), noch ist es eine Operation nebensächlicher Art; sie ist eines besonderen Studiums wert, denn von ihrem Gelingen hängt zu grossem Teile der Wert des späteren Schutzes ab.

Das Decapieren des Stahles kann entweder auf mechanischem oder chemischem Wege vorgenommen werden.

Unter mechanischem Decapieren versteht man: Sandstrahlgebläse, Kugelstrahl und Schleifen. Diese Verfahren haben nachstehende vierfache Nachteile:

a) das Metall mit vielfachen Vertiefungen freizulegen; es wird hierdurch sehr aktiv mit einem sehr negativen Lösungs-Potential, also der Korrosion durch Bildung von Rost sehr zugänglich.

b) die tiefen Stiche von Rost nicht zu entfernen, welche weiterwirken und so jeden Schutz, den man auf das ungenügend decapierte Metall auflegt, aufheben.

c) für das Personal, das daran tätig ist, trotz aller Schutz- und hygienischen Massnahmen, die getroffen werden, sehr ungesund.

d) sehr kostspielig vom Standpunkt des Gestehungspreises.

Chemisches Decapieren

Das Decapieren oder die chemische Entoxydation wird vollzogen, indem das Ferri-Oxyd in Ferro-Oxyd durch den Wasserstoff reduziert wird oder auch durch Reaktion einer Säure auf das Ferri-Oyd und die Bildung eines löslichen Eisensalzes oder durch Verbindung beider Prozeduren.

Das Decapieren des Eisens durch Reduktion mittels Wasserstoff wird in warmen alkalischen Lösungen vorgenommen, wie z.B. Lösungen von Kalium-Cyanid, Natron plus Zinkpuder, Natrium-Hydrid in geschmolzener Natron-Lösung oder in neutralen warmen Lösungen wie etwa eine Lösung von doppeltem Zink- und Ammonium-Chlorid $Zn\,Cl^2, 2\,NH^4\,Cl$.

Taucht man verrostetes Eisen in eine Natron-Lösung, welcher man Zinkpuder beigemengt hat, so reduziert der während der Reaktion freigewordene atomische Wasserstoff

$$Zn + 2\,Na\,OH = Zn\,O^2\,Na^2 + 2H$$

das Ferri-Oxyd $Fe^2O^3.H^2O$ in Eisenoxydul $Fe(OH)^2$

$$Fe^2O^3.H^2O + 2\,H = 2\,Fe(OH)^2$$

der sich vom Metall durch die mechanische Einwirkung der Gasblasen löslöst. Es ist dies ein klassisches Laboratoriums-Verfahren, um den während eines Korrosions-Versuches entstandenen Rost zu entfernen, ohne das geringste Metallteilchen anzugreifen.

Auf dem gleichen Prinzipe der Reduktion fusst das Entrostungs-System, das letzthin in den Vereinigten Staaten eingeführt wurde, u.zw.: Natrium-Hydrid in einem Schmelz; es handelt sich um einen äusserst energischen Reduktor, besonders bei den angewandten Temperaturen (> 300° C). Die Reaktion der Reduktion ist folgende:

$$Fe^2O^3 + NaH = 2\,FeO + NaOH$$

Im Falle des doppelten Zink- und Ammonium-Chlorids ist es das Zink, das gegen den kathodischen Rost wandert, ihn zu Ferro-Oxyd reduziert und ein Zink-Hydrat bildet. (Es bildet sich schliesslich ein Element zwischen dem nicht gerosteten Eisen, das anodisch, und dem Rost der im Electrolyt kathodisch wird) ($ZnCl^2$, $2\ NH^4Cl$).

Das Decapieren durch Reduktion ist jedoch bis jetzt sehr wenig angewandt worden; industriell wird es gewöhnlich durch Auflösung in einer der drei Säuren gehandhabt u.zw.: Chlorwasserstoff-Säure (Salzsäure), Schwefelsäure oder Phosphorsäure; die ersteren sind ziemlich billige, jedoch heftige Decapierungs-Verfahren, während das letztere ziemlich milde, aber verhältnismässig kostspieliger ist.

Decapieren in Salz- oder Schwefelsäure

Schwefelsäure wird in einer Konzentration von 5—20% H^2SO^4 und bei einer Temperatur von 70—80° C angewandt, Salzsäure in einer Konzentration von 18—20% HCl (12—13 Bé) und in Raumtemperatur (20° C ± 5°).

Beide Säuren lösen leicht das Eisenoxydul FeO, schwerer aber oder vielleicht überhaupt nicht den wasserlosen Rost Fe^2O^3 und den Zunder Fe^3O^4.

Wenn es sich um Zunder handelt, der sich bei hoher Temperatur gebildet hat, wo immer eine Schicht FeO zwischen dem Metall und der Schichte Fe^3O^4 vorhanden ist — wie wir es zu Beginn der Studie gesehen haben — so löst die Säure das FeO unter Bildung von Ferro-Chlorid oder Sulfat und entfernt fast mechanisch den grössten Teil der Schicht von Fe^3O^4 und von Fe^2O^3. Mehr als 50% des Gesamtquantums dieser Oxyde werden am Boden des Decapierungs-Beckens in Form von Schlamm (Satz) vorgefunden.

Wenn es sich um Zunder handelt, der bei Temperaturen zwischen 150 und 570° C entstanden ist oder gar um alten Rost, teilweise oder vollkommen entwässert, und weil Fe^2O^3 und Fe^3O^4 elektrische Leiter von verhältnismässig schwachem spezifischen Widerstand und einem viel schwächeren Lösungspotential als das Eisen sind, so bildet sich ein Element:

$$Fe^2O^3 \text{ oder } Fe^3O^4/\text{Säure}/\text{Eisen}$$

in welchem das Eisen die Rolle der Anode und Fe^2O^3 oder Fe^3O^4 die Rolle der Kathode spielen. Der Wasserstoff, der zur Kathode hin frei wird, reduziert Fe^2O^3 oder Fe^3O^4 in FeO, das in Säuren lösbar ist, während das Eisen in Form von Ferro-Ionen in Lösung übergeht. Dies ist die Ursache, weshalb man im Decapierungs-Bad nur Ferro-Ione und nicht Ferri-Ione vorfindet, obwohl man letztere zu finden erwartet.

Schwefel- und Salzsäure lösen aber nicht nur die Eisen-Oxyde sondern greifen auch das Metall selbst an, welches sie in Form von Ferro-Salz auflösen. Eine Stahlplatte, in eine Lösung von H^2SO^4 zu 5% bei 80° C getaucht, verliert 12% ihrer Dicke in 8 Stunden und 27% in 16 Stunden.

Das Decapieren in Salz- oder Schwefelsäure weist hauptsächlich folgende fünf Nachteile auf:

a) Uebermässigen Verbrauch an Säure infolge der Auflösung des Metalles.

b) Unnötige Zerstörung des Metalles und Unmöglichkeit, kalibrierte Stücke zu decapieren.

c) Bildung von Unebenheiten auf dem Metall, die die Korrosion desselben beschleunigen und seinen Anblick weniger angenehm gestalten.

d) Das Metall wird mit Wasserstoff überladen, der es sehr electro-negativ gestaltet und seine mechanische Brüchigkeit hervorruft.

e) der Wasserstoff dringt durch das Metall durch und verursacht die Bildung von Blasen und Rissen, die der mechanischen Resistenz und dem allgemeinen Aspekt schaden.

All' diese Nachteile haben die Entwicklung des Wasserstoffes auf dem Eisen als direkte oder indirekte Ursache; der Wasserstoff rührt von der Reaktion

$$Fe + 2\,H^+ = Fe^{++} + 2\,H - 2H = H^2$$

her; wie wir es vorher gesehen haben, ist dies die indirekte Ursache der Korrosion.

Wir haben aber auch gesehen, dass wir die zweite Reaktion verzögern können, indem wir die Ueberspannung des Wasserstoffs erhöhen, ($2H = H^2$) folglich vermindern wir die Auflösung des Eisens in der Säure. Ferner sind verschiedene Substanzen bekannt, die der Säure-Lösung in schwachen Mengen beigefügt, die Schnelligkeit, mit der das Eisen angegriffen wird, erheblich verringern; man nennt diese Substanzen Inhibitoren des Decapierens; es sind dies z.B.: Chinolin, Pyridin, Albumine (Eiweisstoffe) Gelatin und Leim, Agar-Agar, Tannin, Sulfit-Cellulose, Anthrazen und insbesondere gewisse Produkte der Teer-Destillierung.

Nachstehend ein Beispiel der Verringerung der Eisenauflösung durch ansteigende Beimengung von Gelatin in eine Lösung H^2SO^4.

Zahlentafel 4.

Gelatine gr/l	Korrosion nach 22h in gr/dm²	Vergrösserung der Ueberspannung in V	Relative Angriffsgeschwindigkeit in %
0,00	2,35	0.000	100,0
0,25	0,74	0,060	31,5
0,75	0,64	0,082	27,4
1,25	0,56	0,091	23,8
1,75	0,55	0,100	23,4
2,25	0,50	0,105	21,3

Ueberall, wo noch Salz- und Schwefelsäure zum Decapieren verwendet werden, führt man Decapierungs-Hemmer zu. Trotz dieser Beimengungen bleiben jedoch die fünf obengenannten Nachteile, wenn auch in viel schwächerem Verhältnis, aufrecht; ausserdem wird das Eisen nach diesem Decapieren besonders aktiv mit sehr erhöhter Lösungsspannung und neigt also dazu, fast unmittelbar nach dem Decapieren wieder zu rosten.

Diese Aktivität rührt vor allem von der Tatsache her, dass es unmöglich ist, die Spuren der Säure vollständig wegzubringen, und die nach dem Decapieren, selbst bei sorgfältigem Spülen verbleiben; es wäre höchstens möglich, diese Säure durch verlängertes Tauchen in eine alkalische Lösung zu neutralisieren; in diesem Falle ist aber ein schwächeres Anhaften des Anstriches zu befürchten u.zw. wegen der Verseifung der Farben mit dem Natron, welches zwar den Stahl passiv macht, die Oele der Farben aber zerstört.

Decapieren in Phosphor-Saüre

Das Decapieren in Phosphorsäure hat im Verhältnisse zu den Salz- und Schwefelsäure-Verfahren den Vorteil, keine Korrosion hervorzurufen, selbst wenn Spuren dieser Säure auf dem Metall verbleiben; dies beruht auf der schwachen Löslichkeit der Eisenphosphate im Wasser, ferner auf der passivierenden Fähigkeit des Phosphatfilmes, der sich an der Oberfläche des Metalls, unter Vergrösserung des Molekülar-Volumens bildet.

Im Gegensatz zur allgemeinen Anschauung greift die Phosphorsäure ziemlich stark Eisen und Stahl an und löst ziemlich wenig Ferri-Oxyde auf. Als Beispiel folgen hier die Gewichts-Verluste in mgr/dm² für kleine Eisenplatten, getaucht in Lösungen verschiedener Konzentration, nach 24 Stunden, 48 und 144 Stunden bei 20° C.

Zahlentafel 5.

Konzentration der Phosphorsäure	Gewichts-Verlust in mgr/dm²		
	nach 24ʰ	nach 48ʰ	nach 144ʰ
45%	180	1245	6084
25%	48	196	2004
10%	11	28	42
2%	4	6	7

Es ist also unmöglich, konzentrierte, nicht inhibierte Phosphorsäure-Lösungen zum Decapieren des Eisens zu verwenden; andererseits aber führen sehr verdünnte Lösungen sehr schnell zu einer Sättigung der Lösung in Eisen-Ionen, zu einem oberflächlichen Passivieren durch die Bildung eines winzigen Phosphat-Filmes und zum Stillstehen jeder decapierenden Wirkung.

Um das Eisen nützlich in Phosphorsäure-Lösungen zu decapieren, müssen diese stärker konzentriert verwendet werden und wird die Beimengung von Korrosions-Inhibitoren deshalb unvermeidlich.

Es ist seit langem bekannt, dass die Anwesenheit von Alkohol in Phosphorsäure das Angreifen des Eisens verringert und die Ueberspannung desselben erhöht. Es folgen die Gewichtsverluste in mrg/dm² für kleine Stahlplatten in wässerige Phosphorsäure-Lösungen getaucht, mit oder ohne Beimengung von Alkohol.

Zahlentafel 6.

Zusammensetzung des Beizbades in %			Gewichtsverlust in mgr/dm²		
H^3PO^4	H^2O	C^2H^5OH	nach 24ʰ	nach 48ʰ	nach 144ʰ
45	55	—	180	1245	6084
45	20	35	14	36	38
25	75	—	48	196	2004
25	57	18	7	34	36

Diverse alkoholisierte Phosphorsäure-Lösungen, mit oder ohne anderen Beimengungen sind im Handel unter verschiedenen Namen verbreitet worden, die sowohl in der französischen als auch ausländischen Industrie angewendet werden. Leider kennen Wenige die Anwendungsgrenzen dieser Lösungen. In der Mehrzahl der Fälle selbst ihren Erzeugern unbekannt, beschränken sich diese, sie als Universalmittel anzupreisen, indem sie ihnen zu recht oder unrecht reinigende, decapierende und phosphatierende Wirkungen zuschreiben.

Was ist daran richtig?

Im Verfolge einer Studie, die wir über ein Decapierungs-Verfahren auf Grund einer alkoholischen Lösung von Chrom- und Triethanolamin-Phosphaten (unter dem Namen *Framanol* bekannte Lösung) vorgenommen haben, konnten wir Feststellungen machen, die wir hier anführen werden, und welche die Vorteile des Phosphorsäure-Decapierens hervorheben.

Im Gegensatz zur Behandlung mittels Salz- und Schwefelsäuren, kann das Decapieren in Phosphorsäure-Lösungen sowohl durch Eintauchen als auch durch Auftragen der Lösungen mittels Bürste, Schwamm, Spruh-Pistole vorgenommen werden, was besonders für fixe Konstruktionen und voluminöse Gegenstände von Vorteil ist.

Das Decapieren durch Tauchen kann warm oder kalt vorgenommen werden, die Anwendung der Bürste kommt jedoch nur mit kalter Lösung in Betracht.

A. Decapieren durch Tauchen in kalte Lösungen.

Die decapierende Kraft der Phosphorsäure-Lösungen wird immer durch die Konzentrations-Steigerung in freier Säure, folglich in sehr schwachen *pH*-Lösungen, erhöht. Das Ferri-Phosphat, durch chemische Verbindung von H^3PO^4 auf $Fe(OH)_3.H^2O$ gebildet, wird durch den im Laufe der Reaktion der Säure aufs Eisen freigewordenen Wasserstoff zu einem in Phosphorsäure löslichen Ferro-Phosphat reduziert.

Die phosphatierende Kraft der Phosphorsäure-Lösungen nimmt im Gegensatz, mit Verringerung der Konzentration in freier Säure zu und demgemäss in Lösungen von höheren *pH* Werten. Die durch Einwirkung der Säure aufs Eisen sich entwickelnden Phosphate sind nicht mehr in der schwachen Säurelösung löslich und bleiben in Form eines geschlossenen kristallinischen Filmes auf der metallischen Oberfläche.

Um gleichzeitig eine erhöhte entoxydierende und phosphatierende Wirkung der Lösungen zu erzielen, müssen unter einem konzentrierte Lösungen von Phosphorsäure und höheren *pH* Werten gehandhabt werden, was das *Framanol* bewerkstelligt, und welches im Gebrauchs-Zustand ungefähr 20—25% Phosphorsäure enthält, und in dem das *pH* zwischen 1 und 3 liegt.

Man erreicht dies durch Beimengung von organischen Basen, hauptsächlich Aminen, wie etwa Triethanolamin, das eine Additions-Verbindung mit den anorganischen Säuren ohne Wasserstoffentwicklung bildet:

$$\left.\begin{matrix} C^2H^4OH \\ C^2H^4OH \\ C^2H^4OH \end{matrix}\right\rangle N + H^3PO^4 = \left.\begin{matrix} C^2H^4OH \\ C^2H^4OH \\ C^2H^4OH \end{matrix}\right\rangle N.H^3PO^4$$

und welche viel leichter mit den Eisenoxyden reagieren als die entsprechenden Salze der Metalle mit den gleichen *pH* Werten.

Um die Hydrolyse der Ferro-Phosphate, welche die passivierenden Schichten der Phosphatierung bedingen, zu verlangsamen, werden diesen Lösungen Puffer beigefügt, die hydrolisierbarere Metallphosphate als das Ferro-Phosphat sind, wie etwa das Chromphosphat, das bei *pH* = 3 prezipitiert und auf diese Weise als Indikator der decapierenden Kraft der Phosphorsäure-Lösungen dient.

Ein gutes Decapieren der Ferro-Metalle kann demgemäss in alkoholischen Lösungen von Chromphosphat und Triethanolamin erzielt werden; dieses Decapieren ist von einem leichten Passivieren durch Phosphatierung der metallischen Oberfläche begleitet.

Nach dem Decapierungs-Bade sind zwei Trocknungsarten der Gegenstände möglich: Spülen mit laufendem Wasser, warm oder kalt, oder Trocknen des noch mit Phosphorsäure-Lösung getränkten Gegenstandes. Was geschieht in jedem der beiden Fälle?

a) Wenn man das Metall mit fliessendem kaltem Wasser spült, so wird die Säure-Lösung, die eventuell an der Oberfläche haften blieb, ebenso wie die winzigen Teilchen von nicht adherierendem Eisenphosphat, die sich durch Reaktion der Säure auf dem Rost und die Reduktion durch Wasserstoff des Ferri-Phosphates in Ferro-Phosphat bilden konnten, entfernt. Das Spülwasser hydrolysiert zum Teil den Phosphatfilm, welcher übrigens porös ist, und es entsteht durch das Trocknen an freier Luft eine langsame Oxydierung des darunter lagernden Eisens; ein Rostfilm $Fe^2O^3.H^2O$ oder Lepidocricit wird ziemlich schnell die Oberfläche bedecken, fast ebenso (obwohl in schwächerem Ausmass) wie nach dem Decapieren mit Salz- oder Schwefelsäure.

Die Gegenstände dürfen also nie nach einer Phosphorsäure-Decapierung einfach in kaltem Wasser gewaschen

und an der Luft getrocknet werden, sonst erreicht man ziemlich schnell eine neuerliche Oxydation.

b) Wenn man das Metall nach dem Decapierungs-Bade in warmem Wasser spült, so wird die mitgeführte Decapierungs-Lösung im warmen Wasser hydrolysiert; es bilden sich Flocken verschiedener basischer Phosphate, die an den Gegenständen haften bleiben und sie sehr schnell schmutzig erscheinen lassen.

Da einerseits eine dauernde Erneuerung warmen Wassers auch vom Standpunkte des zu hohen Gestehungspreises nicht möglich ist, kann diese Art des Nachspülens nicht anempfohlen werden.

c) Spült man das Metall nach dem Decapierungs-Bade zuerst mit kaltem Wasser, um die Lösung und die aus dem Bade mitgebrachten Unreinheiten zu entfernen und dann mit warmem Wasser, so bewirkt man ein schnelles Trocknen der Gegenstände. Die allmähliche Oxydation des darunter lagernden Eisens kann nicht mehr stattfinden, es bildet sich also kein Rost $Fe^2O^3.H^2O$ oder Lepidocrocit.

Es entsteht indes eine oberflächliche und rapide Oxydation in $FeO(OH)$ oder Goethit, welche auf das durch Hydrolyse aus dem Ferro-Phosphat gebildete Ferro-Oxyd reagiert und zwar bildet es zuerst das Ferro-Ferri-Oxyd Fe^3O^4 grün wasserhaltig, das sich eiligst in Fe^3O^4 schwarz entwässert und welches das Eisen sehr gut passiviert, indem es das nachherige schnelle Einrosten verhindert.

d. Wenn man schliesslich das Metall nach dem Phosphorsäure-Bad nicht spült, sondern einfach mit der Lösung, die daran haftet, trocknet, so wirkt diese Lösung weiter aufs Metall ein, bildet Eisenphosphat und passiviert es so gegen die Oxydation; gleichzeitig bilden aber die anderen aus dem Bade mitgeführten Produkte im Trocknen zuerst Schlamm und dann voluminösen Staub, der nicht oder sehr wenig adherent ist, und der vor dem endgültigen Schutz weggebürstet werden müsste, was nicht immer leicht und gewiss kostspieliger als warmes Wasser ist.

B. Decapieren durch Tauchen in warme Lösungen.

Da die Temperatur-Steigerung auf die Lösungsschnelligkeit der Eisenoxyde in Phosphorsäure günstig einwirkt, so kann man, wenn der zu entfernende Rost in grossen Mengen vorliegt, und man nicht lange Stunden warten will, um kalt zu decapieren, die Phosporsäure-Lösungen erwärmen, nie aber über 50—60° C.

Die gleichen Erscheinungen treten nach der Entoxydation auf, und sind die gleichen Instruktionen zu befolgen.

C. Decapieren mit Phosphorsäure-Lösungen mittels Bürste.

Die Phosphorsäure-Decapierungen haben gegenüber denjenigen mit Salz- und Schwefelsäure den Vorteil, nicht nur durch Tauchen in ein Bad vollzogen werden zu können, sondern auch durch Auftragen der Lösungen aufs Metall auf mechanischem Wege wie. Bürste, Pinsel, Schwamm oder Sprüh-Pistole. Da ein Grossteil mechanischer Konstruktionen fest (Gerüste, Pfeiler, Petroleumreservoire) oder zu voluminös (Schiffe, Waggons, Maschinen) ist, wird es leicht verständlich, dass das Decapieren mittels Bürste eher von Bedeutung ist, als das mittels Tauchen.

Wie wird das Decapieren in diesem Falle vorgenommen?

Es ist klar, dass das Decapieren durch Auftragen eines dünnen Filmes von Phosphorsäure oder spezieller Lösungen nicht auf dieselbe Weise wie durch Tauchen vor sich gehen kann; bei letzterem Verfahren ist die metallische Oberfläche nicht nur mit dem Bruchteil eines Millimeters von Säure d.h. 1—2 gr. aktiver Säure auf den dm^3, sondern mit mehreren cm oder dm in Verbindung, also 100 oder 1000 fach mehr wirksam.

Solange es sich darum handelt, einen hauchdünnen Rost von der metallischen Oberfläche zu entfernen, genügt der Kontakt mit einigen Grammen aktiver Lösung, um stoechiometrisch auf den Rost zu wirken und ihn aufzulösen oder ihn in Eisenphosphat zu verwandeln, welches durch Abwischen entfernt wird.

Ist die Rostschichte etwas dicker, ohne jedoch 1/10 mm zu überschreiten, so ist die gleiche Reaktion, jedoch etwas langsamer — etwa in mehreren Viertelstunden — zu erzielen; nach dem ersten Auftragen wird der Gegenstand gewaschen und neuerlich frische Lösung auf den Rost aufgetragen, bis er zu Eisenphosphat wird, welches im Reaktiv-Ueberschuss lösbar ist. Wenn der Gegenstand hierauf sofort gespült wird, sieht man die metallische Oberfläche glänzend freigelegt. Der Gegenstand muss sofort getrocknet werden, um die Reoxydation durch Wasser zu verhindern.

Wird der Gegenstand nicht sofort gespült, so verursacht die Verdunstung von Alkohol und Wasser eine Erhöhung der Konzentration der Phosphorsäure und die Bildung eines gräulichen oder grau-schwärzlichen Filmes von ferroso-ferrischem Phosphat auf der Oberfläche des Metalles, welches einerseits von der Einwirkung der konzentrierten Phosphorsäure aufs Metall herrührt (Ferro-Phosphat) andererseits von der Unlöslichkeit des durch die Einwirkung der Säure auf den Rost erzielten Ferri-Phosphates, und welches solange löslich war, als es einen Uebersehuss an Säure gab.

Wenn die Rostschichte zu dick ist, und die metallische Oberfläche tiefe Einstiche und Krater hat, oder wenn sie völlig von einem griessartigen Rost bedeckt ist, so kann von einer völligen Auflösung des Rostes nicht die Rede sein — ausser wenn man die Decapierungs-Lösung sehr häufig aufträgt und jedesmal nachspült und tüchtig nachbürstet, um die Auflösungs-Produkte zu entfernen, was industriell nicht realisierbar ist.

Man begnügt sich in diesem Falle damit, den Gegenstand oberflächlich zu bürsten, um die grossen Rostfisteln zu entfernen, die unnütze Verbraucher der Decapierungs-Lösung sind. Man befeuchtet hierauf die metallische Oberfläche mit Wasser, um dasselbe in den Rost eindringen zu lassen; der Zweck ist einerseits den Rost zu spalten, ihn leicht zu hydratisieren, andererseits um zu verhindern, dass die aufgetragene Lösung nicht allzuschnell trocknet (infolge der Absorbierung des in der Lösung enthaltenen Wassers durch den Rost) wodurch die decapierende Aktivität dieser Lösung nachlässt.

Man lässt die Phosphorsäure-Lösung bis zur völligen Verdunstung einwirken. Diese reagiert auf das Ferri-Oxyd unter Bildung von unlöslichem Eisenphosphat, mehr oder weniger pulverförmig, je nach der Beschaffenheit des ursprünglichen Rostes.

Gemeiniglich, genügt nicht ein einmaliges Auftragen der Phosphorsäure-Lösung, um den ganzen Rost zu verwandeln. Der Gegenstand wird hierauf mit fliessendem Wasser gewaschen, indem man sich einer Bürste bedient, um die nicht adherenten Eisenphosphate zu entfernen; bei einem neuerlichen Auftragen der Lösung wird es dieser möglich, tiefer einzudringen und eine neue Schicht von Rost in Eisenphosphate zu verwandeln, die verschiedener Zusammensetzung und Farbe sind, und die zwischen weiss und schwarz variieren, indem sie über braungelb oder braun-rot gehen.

Man lässt diese zweite aufgetragene Lösung einige Stunden einwirken, bis der Gegenstand völlig von einem weisslichen Staub bedeckt wird, welcher aus verschiedenen Triethanolamin-, Eisen- und Chrom-Phosphaten besteht und der ein Schutz gegen die Oxydation selbst bei heftigem

Regen ist; dieser Staub wird durch Bürsten entfernt, lässt jedoch eine adherente und schützende Schicht zurück.

Ausser einer decapierenden und passivierenden Eigenschaft muss eine mit Bürste aufgetragene Phosphorsäure-Lösung nachstehende physikalische Eigenschaften besitzen:

a. Eine sehr schwache Oberflächen-Spannung haben, um sich sehr gut auszubreiten und einerseits tief in den Rost, andererseits in die Zwischenräume der durch Nieten, Bolzen oder Schweissen zusammengefugten Teile, eindringen zu können. Gewöhnlich ist es der Alkohol, der diese Verminderung der Oberflächen-Spannung verursacht.

b. Genügend Viskosität zu besitzen, um nicht zu schnell von den senkrechten Flächen abzurinnen und überall gleichmässig einwirken zu können. Das Triethanolamin ist es, welches, wie wir gesehen haben, im *Framanol* auch andere Funktionen erfüllt, das diesen Lösungen die notwendige Viskosität verleiht, so dass man es vermeiden kann, Kaolin oder andere kolloidale Produkte hinzuzufügen, die nach der Decapierung vom Gegenstande schwer zu entfernen wären.

Schlusfolgerungen über die Decapierungs-Phänomene

Das Decapieren ist ein Entoxydations-Verfahren oder eine Reduzierung der im Laufe der Korrosion gebildeten Oxyde.

Der Wasserstoff spielt beim Decapieren die Hauptrolle, sei es durch seine Fähigkeit, Ferri-Oxyde zu reduzieren (rH), sei es durch die Konzentration seiner Ione in Säure-Lösungen (pH), die fähig sind, Ferri-Oxyde aufzulösen.

Im Verlaufe des Decapierens werden die Eisen-Oxyde Fe^2O^3 und Fe^3O^4 Kathode, das nichtoxydierte Metall Anode und das decapierende Reaktiv dient als Elektrolyt.

Der Wasserstoff wandert gegen die Kathode und reduziert die Ferri-Oxyde in Ferro-Oxyde, die sich durch den Säure-Ueberschuss leicht auflösen. Das Anion Cl^-, SO^{4--}, PO^{4---} wandert gegen das anodische Eisen, das es in gewissen Fällen auflöst, in anderen, in unlösliche Salze umwandelt.

Um das Angreifen des Eisens durch die Säure-Lösungen zu vermindern, erhöht man die Ueberspannung des Wasserstoffes auf dasselbe durch Beimengung von organischen Körpern in die Decapierungs-Lösung.

Unter sämtlichen chemischen Decapierungs-Verfahren sind die Phosphorsäure-Lösungen, trotz ihres langsamen Einwirkens und ihres erhöhten Gestehungspreises, die vorteilhaftesten, weil sie die Gesamtoberfläche passivieren.

Das Decapieren, welches das Metall ganz frei legt oder nur mit einem winzigen Film poröser Passivierung bedeckt, muss immer einen sofortigen Schutz des Metalles gegen nachträgliche Korrosion zur Folge haben.

Schutz und Inhibition der Ferro-Metalle gegen Korrosion

Unter Inhibition der Metalle gegen Korrosion versteht man die Beimengung gewisser Substanzen zum korrodierenden Electrolyt, welche, sei es durch Bildung eines passivierenden Oxyd-Filmes an der Metall-Oberfläche, sei es durch Verhinderung des Freiwerdens von Wasserstoff auf dieser Oberfläche, die Fortsetzung der Korrosion verhindern.

Unter Schutz der Metalle gegen Korrosion versteht man die Einhüllung derselben in feste oder flüssige Hüllen, welche die Elektrolyte verhindern, bis an ihre Oberfläche vorzudringen und die Korrosion zu verursachen.

Unter Passivieren der Metalle versteht man schliesslich die Bildung eines winzigen Schutz-Filmes, welches das Metall für eine gewisse Zeit von der korrodierenden Umgebung isoliert, ohne jedoch infolge seiner geringen Dicke, einen endgültigen Schutz gegen alle korrodierenden Substanzen sichern zu können.

Wir wollen uns in dieser Studie nicht über die Schutzverfahren als solche ergehen, wie es Farbenanstrich, Bitum, dicke metallische Verkleidungen sind, die den alleinigen Zweck haben, das Metall mit einer ziemlich dicken, wasserdichten Schicht edlen Metalles oder organischer Produkte einzukleiden, um es am „Atmen" zu verhindern, d.h. mit den korrodierenden Faktoren in Kontakt zu kommen; dieser Schutz ist freilich nur solange gesichert, als diese Verkleidungen wasserdicht und nicht chemisch durch gewisse korrodierende oder lösbare Substanzen zerstört werden.

Die Dauerhaftigkeit dieser Schutzschichten und demgemäss die Schutzkraft in Bezug auf das darunterlagernde Metall ist bedingt, einerseits durch die eigene Widerstandskraft dieser Schutzschicht dem korrodierenden oder auflösenden Reaktiv gegenüber (wie etwa Blei, womit man Stahlbleche umhüllen könnte, widersteht sehr gut der Schwefelsäure, keinesfalls aber der Salpetersäure; ein Oelfarbenanstrich hält dem Wasser sehr gut stand, nicht aber organischen Lösungsmitteln), andererseits durch die Adherenz dieser Schutzschicht an das Metall, wobei es viel davon abhängt, wie das Metall präpariert und vor allem decapiert wurde.

Der beste Farbanstrich mit Bleimennige auf eine rostige Fläche wird das Metall weniger schützen als ein gewöhnlicher Farbanstrich auf eine saubere und vor allem passivierte Oberfläche.

Wir sind uns bereits über das Decapieren im Reinen und wollen diese Studie mit der Passivierung der Metalle beenden.

Um die Passivierungs-Phänomene der Metalle gut zu verstehen, wollen wir zuerst von der Inhibition der Metalle gegen die Korrosion sprechen.

Inhibition und inhibierende Kraft gewisser Substanzen

In alkalische Hydroxyd-Karbonat-Phosphat- oder Cyanid-Lösungen getauchtes Eisen erhält sich unendlich lange ohne zu rosten; das Gleiche gilt von neutralen, alkalischen oder schwach sauren oxydierenden Lösungen, wie etwa das Kali-Manganat oder -Permanganat, Natron-Chromat oder -Bichromat, Silber-Nitrat; manchmal sogar echte Säuren wie Chromsäure, konzentrierte Salpetersäure oder reine Schwefelsäure.

Wenn man diesen inhibierenden Lösungen eine Säure, wie etwa H^2SO^4 oder ein Salz wie $Na\,Cl$ beimengt, so stellt man eher oder später eine Korrosion des Stahles fest, die umso stärker wird, als die Salz- oder Säurekonzentration zunimmt.

Wenn man hingegen einer Lösung von $Na^2\,SO^4$ (die das Eisen korrodiert) ein gewisses Quantum Natron beimengt, so stellt man eine Verlangsamung der korrodierenden Kraft dieser Lösung fest, bei einer starken $Na\,OH$-Konzentrierung sogar einen völligen Korrosions-Stillstand.

Wenn man das Potential der Eisenelektrode in diesen verschiedenen Lösungen misst, so findet man, dass es zwischen — 0,9 und + 0,9 Volt variiert, je nach der Lösung und der Beschaffenheit der Eisenfläche; für die positiven Potential-Werte findet man die Inhibition, für die schwach negativen Potentialwerte die Korrosion und für die stark negativen findet man wieder eine gewisse Inhibition, freilich viel vorübergehender als die erstere. Kistiakowsky unterscheidet 5 Zustände des Eisens in verschiedenen Lösungen, die 5 Potentialwerte der Elektrode darstellen.

Zahlentafel 7

Elektrochemische Benennung	Zustand des Eisens	Elektrochemischer Prozess	E in Volt
Ueberaktiv	In alkalischen Lösungen kathodisch polarisiertes Eisen (verhält sich wie etwa Wasserstoffelektrode)	$H^2 = 2\,H^+ + 2e^-$	–0,9 à –0,5
Aktiv	Reine Oberfläche des Eisens	$Fe = Fe^{++} + 2e^-$	–0,5 à –0,4
Subaktiv	Oxyd-Film grossporig (Rostbereich)	lokale Ströme	–0,4 à –0,2
Subpassiv	Oxyd-Film mit kleinen Poren (periodische Manifestierungen (Rostbereich)	lokale Ströme	–0,2 à +0,2
Passiv	Ununterbrochener Oxyd-Film (verhindert das Rosten) Das Eisen gleicht einer Platin-Elektrode mit Sauerstoff geladen (oder Sauerstoff-Elektrode)	$2O^- = O^2 + 2e^-$	+ 0,2 à + 0,9

Solange das Eisenpotential in einer Lösung zwischen — 0,5 und — 0,9 Volt oder + 0,2 und + 0,9 Volt liegt, ist keine Korrosion möglich. Wenn es zwischen — 0,4 und — 0,5 Volt liegt, geht einfach eine völlige Auflösung des Eisens ohne Rostbildung vor sich. Das Eisen rostet in einer Lösung, wenn sein Potential zwischen — 0,4 und + 0,2 Volt liegt.

Wie wir es an der Tabelle ersehen, ist der Rostbereich in zwei, durch seine Manifestationen verschiedene Teile getrennt: der subaktive Zustand mit einem Potential zwischen — 0,4 und — 0,2 Volt, wo der passivierende Eisenoxyd-Film grosse Poren aufweist, was die Bildung eines uniformen, oberflächlichen Rostes möglich macht und der subpassive Zustand, mit einem Potential zwischen — 0,2 und + 0,2 Volt, wo der passivierende Eisenoxyd-Film kleine Poren aufweist, welche die Bildung einer uniformen Rostschicht nicht gestatten, sondern tiefe Risse verursachen.

Im ersten Falle ist das rH, das, wie bekannt gleich ist:

$$rH = 2\,pH + 33{,}33E$$

sehr klein und folglich das rO sehr gross; es ist also ein starker Wasserstoffdruck ($rH = \log 1/p$) und ein sehr schwacher Sauerstoff-Druck. Die Möglichkeit, das Eisen zu passivieren, wird also eine geringe sein, die Korrosions-Wahrscheinlichkeit eine ziemlich erhöhte, der Gewichtsverlust des Eisens durch Rostbildung jedoch ein sehr schwacher.

Hingegen ist im zweiten Fall das rH sehr gross, das rO kleiner, der Wasserstoff-Druck klein und der Sauerstoffdruck gross; demgemäss die Passivationsmöglichkeit des Eisens gross, die Korrosionswahrscheinlichkeit also ziemlich klein; hingegen wird jedoch der Gewichtsverlust des Eisens durch die Rostbildung bedeutend sein.

Diese Funktions-Dualität des Sauerstoffes, die bald die Angriffs-Wahrscheinlichkeit und bald die Angriffsschnelligkeit beeinflusst, ist durch Evans in nachstehender Graphik zusammengefasst worden, die beweist, dass der Sauerstoff zu gleicher Zeit ein Korrosions-Inhibitor und ein Angriffs-Stimulent sein kann. Das zu prüfende Eisen ist von einer Chlorid-Kalium-Lösung bedeckt worden, wobei die äussere Athmosphäre zwischen 0% Stickstoff und 100% Sauerstoff und 100% Stickstoff und 0% Sauerstoff variiert wurde.

Wir wollen nun sehen, welche Werte das Eisenpotential erhält, wenn das Eisen in verschiedene ionisierte Lösungen getaucht wird. Es sind nur ungefähre Werte, denn sie hängen von der Geschichte des geprüften Eisens, seinen Unreinheiten und den in der Lösung anwesenden Gasen ab.

Zahlentafel 8

Fe/H^2SO^4	$N/10$	$E = -0{,}45$ Volt
$Fe/KClO^4$	$N/10$	— 0,42
$Fe/FeSO^4$	$N/10$	— 0,34 bis — 0,42
Fe/KCl	$N/10$	— 0,34 bis — 0,42
Fe/KBr	$N/10$	— 0,24 bis — 0,27
Fe/KNO^3	$N/10$	— 0,15 bis — 0,27
$Fe/FeCy\,K^3$	N	— 0,09
Fe/Na^2CO^3	N	— 0,30
Fe/KCN	N	+ 0,45
Fe/K^2CrO^4	N	+ 0,55
$Fe/NaOH$	ION	+ 0,43 bis + 0,86
$Fe/KMnO^4$	$N/10$	+ 0,92

Anodische Inhibition

Anodische Inhibition des Eisens tritt ein, wenn es in Na^2CO^3, $Na\,OH$, $K^2Cr\,O^4$, $KMn\,O^4$ etc. Lösungen getaucht wird, Korrosion jedoch in anderen Lösungen.

Wenn man z.B. Natron oder Soda einer Lösung von $KCl\ N/10$ beimengt, die selbst das Eisen durch Rostbildung angreift, so ergeben sich zwei Möglichkeiten:

Entweder ist die zugefügte Menge von $Na\,OH$ oder Na^2CO^3 genügend, um den Wert des Eisenpotentials auf mehr als plus 0,2 Volt steigen zu lassen; dann ist Inhibition des Eisens vorhanden, selbst bei Vorhandensein von Chloriden oder Sulfaten, die das Eisen korrodieren, falls sie allein in der Lösung vorhanden sind. Es ist dann von einer totalen anodischen Inhibition des Eisens die Rede.

Oder aber genügt die zugefügte Inhibitorenmenge gerade, um das Eisenpotential um einige Zehntel Volt zu steigern, es aber immer in subpassiven Werten verbleiben lässt (— 0,2 bis + 0,2 Volt), so dass man infolge der Salze zwar eine verringerte Angriffs-Wahrscheinlichkeit des Eisens, jedoch eine Erhöhung der anodischen Korrosion des Eisens hat.

Ein und dasselbe Produkt kann also — in genügender Menge beigefügt — inhibieren, d.h. die Korrosion völlig aufhalten oder im Gegenteil — in ungenügender Menge beigefügt — die Korrosion erhöhen.

Der bekannteste Fall dieser Korrosionserhöhung ist derjenige der Tauchlinie von Gegenständen, die nur teilweise in Wasser oder Salzlösungen getaucht sind; diese Linie ist entweder überhaupt nicht oder viel stärker als die restliche Oberfläche des Metalles angegriffen. Am grössten ist die Sauerstoffmenge an der Separationslinie zwischen Flüssigkeit und Atmosphäre; es liegt also Erhöhung des Eisenpotentials vor, diese Potentialerhöhung ist aber unzureichend, um das Eisen völlig zu inhibieren. Die Angriffswahrscheinlichkeit wird demnach verringert, die Angriffsschnelligkeit erhöht sein.

Ein anodischer Korrosions-Inhibitor kann also, wenn er auch immer die angegriffene Oberflächenausdehnung erheblich verringert, in ungenügender Menge beigefügt, den Angriff intensivieren. Da man aber wegen der Eisenkonservierung gewissen korrodierenden Lösungen nicht allzugrosse Mengen eines beliebigen Inhibitors beimengen

kann, (wenn man z.B. einer Kochsalzlösung das Doppelte ihres Gewichtes an Aetznatron beimengen wollte) kann man nicht immer eine anodische Inhibition erzielen, so dass der Inhibitor mit grosser Vorsicht gewählt werden muss.

Kathodische Inhibition

Im Gegensatz zur anodischen Inhibition, wo man das Eisenpotential gegen positivere Werte zu erhöhen sucht, kann die Korrosion aufgehalten oder eher gesagt, verlangsamt werden, indem man das Potential gegen überaktive Werte herunterdrückt (— 0,5 bis — 0,9 Volt) in welchem Falle es sich wie eine Wasserstoff-Elektrode verhält, so dass also Korrosion unmöglich ist.

Wenn man Strom zwischen einer an der Kathode befindlichen Eisenelektrode und einer in Schwefelsäure eingetauchten Anode durchlaufen lässt, so wird das Eisen von der Lösung nicht angegriffen werden; es wird kathodisch polarisiert werden und sich wie eine Wasserstoff-Elektrode verhalten.

Wir haben im Laufe unserer Studie über das Decapieren festgestellt, dass man durch Beimengung gewisser organischer Substanzen in die Säure die Ueberspannung des Eisens erhöht und so seine Auflösung verhindert. Es ist dies ein typischer Fall kathodischer Inhibition.

Die Beimengung von Zinksalzen in die korrodierende Lösung verursacht eine kathodische Inhibition u.zw. durch die Präzipitierung des Zink-Hydroxides und gleichzeitiger Senkung des Potentiales der Eisenelektrode.

Wenn ein kathodischer Inhibitor die Korrosion nicht völlig unterbindet, so kann er sie keinesfalls vergrössern, wie es anodische Inhibitoren imstande sind.

Ein anodischer Inhibitor kann öfters ein kathodisches Stimulans sein, weil der im anodischen Inhibitor enthaltene Sauerstoff den Wasserstoff zu depolarisieren riskiert und also die Bildung lokaler Ströme erleichtert. Ebenso kann umgekehrt — u.zw. sehr häufig der kathodische Inhibitor ein anodisches Stimulans sein, weil der passivierende Wasserstoff an der Kathode den Sauerstoff oder den anodischen Oxydfilm reduziert oder depolarisiert.

Ist das Eisen, welches, wie wir gesehen haben, aus einer Anzahl von Elementen, also aus anodischen und kathodischen Zonen besteht, in eine wässerige Flüssigkeit getaucht, so wird die völlige Inhibition des Eisens noch komplizierter. Man erreicht es gewöhnlich in stark alkalischen Lösungen oder in neutralen oder alkalischen Oxydanten, die wohl die anodischen Ione inhibieren, nicht aber genug stark sind, um die kathodischen Zonen zu depolarisieren.

Inhibieren und Passivieren

Ueberall, wo irgendwie möglich, d.h. überall, wo das Eisen mit einer stagnierenden, wässerigen Flüssigkeit in Kontakt ist, wie etwa der Radiator eines Automobils, der Kühler eines Motors, eine Zentralheizungs-Leitung, kann die Eisenkorrosion durch Zufuhr ins Wasser von verschiedenen Inhibitoren aufgehalten werden.

In der Mehrzahl der Fälle ist das Eisen jedoch nicht mit stagnierenden, wässerigen Lösungen in Kontakt. Es ist entweder mit einer sich bewegenden wässerigen Lösung (wie etwa ein Schiff) oder mit der atmosphärischen Feuchtigkeit in Verbindung, und es ist leicht verständlich, dass man weder den gesamten Ozean, noch der Atmosphäre einen Inhibitor gegen die Korrosion beimengen kann, um diese zu verhindern.

Um diese Korrosion zumindest zu verringern (wenn man sie nicht ganz verhindern kann) schafft man oder legt auf die Eisenoberfläche einen schützenden Film auf, den man Passivierungs-Film nennt, und der den Zweck hat, das Eisen elektro-positiver d.h. passiv zu machen.

Im Gegensatz zu den schützenden Schichten, die das Metall auf eine erhebliche Dicke ganz einkleiden, kann der dünne Passivierungsfilm poröse Stellen aufweisen aber das Metall doch schützen, da letzteres im Kontakt mit dem Wasser durch seine passivierenden Bestandteile inhibiert ist.

Dieser Film muss jedoch eine gewisse Dicke haben, zumindest von der Grösse eines Mikrons, um in die Lösung eine gewisse Menge passivierender Ione in Kontakt mit der atmosphärischen Feuchtigkeit zu übertragen; diese Ione müssen jedenfalls mit der Oberfläche des Eisens in Verbindung bleiben.

Ist der passivierende Film zu dünn, wie etwa der durch einfaches Eintauchen in eine Natron- oder Chromsäure-Lösung und nachheriges Trocknen erzielte Film, der weniger als 1/10 Mikron dick ist, so wird er seine passivierende Wirksamkeit sehr bald verlieren, weil er sich in der atmosphärischen Feuchtigkeit auflöst und die mit dem Metall in Verbindung stehende Inhibitorenmenge zu schwach ist, an dem des korrodierenden Mittels gemessen; das Resultat hiervon wird die Zunahme der Korrosions-Schnelligkeit als Folge der Verringerung des Eisenelektroden-Potentials, wie wir es vorher gesehen haben, sein.

Um einen passivierenden Film von gewisser Dicke zu erzielen, nimmt man entweder die Transformation der metallischen Oberfläche vor, wie etwa durch Phosphatierung (worüber wir im Kapitel Decapieren gesprochen haben) oder durch Anbringen (Auflegen) auf die metallische Oberfläche einer Inhibitions-Schicht, die in einem colloidalen Film eingefangen ist, und der eine Art von Leim oder Gel bildet, die tadellos am Metall anhaftet. (Gelatin, Stärke, Agar-Agar).

Trägt man auf die Oberfläche eines Metallgegenstandes eine warme Natron- oder Natrium-Phosphatlösung auf, welcher man vorher Agar-Agar oder Kasein beigemengt hat, so wird der durch Wasserverdunstung sich bildende Film das Eisen lange Monate gegen die atmosphärische Korrosion bewahren; im Falle von Natron wird dieser Gegenstand mehrere Tage lang den Einwirkungen eines intensiven Salzsprüh-Nebels standhalten.

Stahlgegenstände, die stockiert werden sollen, wie Maschinenbestandteile, die man vor Rost bewahren will, wird man mit einer dieser Lösungen anstreichen oder eher noch mit einem in Wasser sich emulsierenden Oel.

Wenn es sich aber darum handelt, Eisengegenstände zu passivieren, die nachher Farbanstrich erhalten sollen, ist es verständlich, dass man als Passivierungsmittel weder alkalische Basen noch Körper verwenden kann, die im Wasser anschwellen, wie etwa klebrige Kolloide; erstere riskieren nämlich, sich zu verseifen, also den Farbanstrich zu zerstören, zweitere den Anstrich infolge der Volumenvergrösserung (durch Anschwellen im atmosphärischen Wasserdunst) abzubröckeln.

Man ist also dazu gezwungen, einerseits anodische, wenn möglich neutrale oder leicht saure kathodische Inhibitoren, andererseits anhaftende Kolloide, welche im Wasser nicht anschwellen, in Anspruch zu nehmen.

Passivieren des Eisens mittels Gelatin-Chromat-Lösung

Im Verlaufe einer Studie, die wir über ein Eisenpassivierungs-Verfahren mittels Gelatin-Chromat-Lösung (unter dem Namen Framalite bekanntmachten), konnten wir Feststellungen machen, die wir weiter unten aufzählen werden; wir lassen hierauf auch die Schlussfolgerungen für eine günstige Durchführung der Passivierung folgen.

Der angewandte Inhibitor ist Zink-Bichromat, welches

gleichzeitig als anodischer Inhibitor durch das Bichromat-Ion und als kathodischer Inhibitor durch das Ion Zn^{++} wirkt. Das *pH* der angewandten Lösung ist höher als 4, was bewirkt, dass die für den kathodischen Wasserstoff depolarisierende Kraft der Bichromate stark reduziert ist und die Prezipitationskraft des Zink-Hydroxyds (kathodischer Inhibitor) stark erhöht.

Das angewandte klebrige Kolloid ist das Gelatin, welches in Gegenwart von Bichromat-Lösungen die Eigenschaft hat, sich zu gerben, d.h. unlöslich zu werden. Dieses Unlöslichwerden kommt nicht zustande, wenn das *pH* höher als 4,75 (um diese Ziffer herum beginnt das Zink-Bichromat selbst in Form von basischem Chromat zu prezipitieren), andererseits aber geschieht dies zu brüsk bei einem kleineren *pH* als 4 (was die Aufbewahrung dieser Lösungen vor dem Gebrauch unmöglich macht); diese zur Eisenpassivierung angewandten Gelatin-Chromat-Lösungen müssen folglich einen *pH* Wert zwischen 4 und 4,5 aufweisen.

Das Unlöslichwerden des Gelatins kommt durch einfaches Verdampfen des Wasserlösungsmittels des Gelatin-Chromates zustande; es bildet einen Film von ziemlicher Dicke (1—4 Mikron), der im Wasser nicht anschwillt, aber genug porös ist, um dem atmosphärischen Wasserdunst zu gestatten, bis zum Metall vorzudringen.

Das Zink-Bichromat jedoch, das sich in der Gelatin-Chromat-Lösung befand, bleibt im gegerbten Gelatin eingeschlossen, und da es teilweise in Wasser löslich ist, wird es das Eisen gegen die Korrosion passivieren.

Bei Eintauchen in konzentrierte und sich bewegende Lösungen, wie etwa Meerwasser, wird der das Eisen bedeckende Framalite-Film selbstverständlich nicht genügen, um das Metall unendlich lange vor Korrosion zu bewahren; er wird es einige Tage tun, nach welchem Zeitablauf die Konzentration des Salzes im Kontakt mit dem Metall stärker sein wird, als die des inhibierenden Bichromates.

Hingegen wird dieser Film — nur der atmosphärischen Feuchtigkeit ausgesetzt — lange Monate standhalten und also dem Zweck, dass Metall gegen Rost vor dem Auftragen einer umhüllenden Flüssigkeit, wie etwa ein Farbanstrich, zu bewahren, sehr gut entsprechen.

Sollte aus irgend einem Grunde die Farbschicht an einer Stelle angegriffen werden, so wird der darunter lagernde Gelatin-Chromat-Film eine sofortige Korrosion dieser Stellen verhindern und so ruhig die Farbenreparatur abwarten lassen (siehe Fig. 5).

Ferner wird das Gelatin-Chromat, das als Rostschutz des Eisengegenstandes, der korrodierenden organischen, löslichen Lösungsmitteln ausgesetzt ist und keinen Farbanstrich erhalten kann (wie das Innere der Benzin- oder mehr und minder sauren mineralischen Oelreservoire) den einzigen und endgültigen Schutz bilden.

Die Auftragungs-Leichtigkeit der Gelatin-Chromate auf alle Arten von Gegenständen, von den kleinstenNieten bis zum grössten Hochspannungspfeiler (die Auftragung kann sowohl durch Bürste, Sprühpistole als auch durch Tauchen vorgenommen werden) sowie sein niederer Gestehungspreis als Folge der grossen Deckfähigkeit (30 m² auf ein kg. Produkt) machen dieses Passivierungs-Verfahren zum bequemsten und nützlichsten zur Erhaltung metallischer Konstruktionen.

Schlussfolgerungen

Korrosion, Decapieren, Inhibition und Passivieren sind, sowohl durch ihre Manifestierungen, als auch durch ihre Intensität, eng aneinander geknüpfte Probleme.

Diese kurze, unvollkommene Studie hat den Zweck, den

Fig. 5

Ingenieur an diesen Phänomenen zu interessieren, die häufig von ihm missachtet, weil nicht richtig verstanden werden.

Es wurde das *Eisen* als Beispiel in dieser Studie aus folgenden Gründen gewählt: erstens musste ja ein Metall als solches gewählt werden, zweitens ist das Eisen das in der Industrie am meistverwendetste Metall und drittens weist das Eisen durch seinen doppelten Oxydationsgrad (Ferro und Ferri) viel komplexere Phänomene als diejenigen anderer Metalle, wie z.B. Aluminium oder Zink, die nur einen Oxydationsgrad besitzen, auf.

Dieselbe Beweisführungen können auch an anderen Metallen und insbesondere am Aluminium angewandt werden; oft entsprechen die gleichen Verfahren des Decapierens und Passivierens diesem Metall, insbesondere das Decapierungs-Phänomen in alkoholischen Chrom- und Triethanolamin-Phosphat-Lösungen, (Framanol) welche das Aluminium vom winzigen Film dielektrischer Tonerde (Aluminoxyd) befreien und es so fähig werden lassen, mit Leichtigkeit elektrisch punktgeschweisst zu werden; desgleichen auch das Passivierungs-Verfahren mit Gelatin-Bichromat, (Framalite) die ihm eine ausgezeichnete Widerstandskraft gegen das Meerwasser verleiht.

Es war uns leider — angesichts der begrenzten Zeitspanne — nicht möglich, uns über andere Metalle zu ergehen, hoffen es aber gelegentlich eines anderen Anlasses tun zu können.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

621.927 : 621.926.8 : 667.661.13

Een nieuwe methode om pigmenten te malen

Deze wordt beschreven in een artikel, getiteld „Jet-Milled Pigments" van C. W. Moore in *Off. Dig.* 1950, blz. 373.

Bij de tot nu toe gebruikelijke methoden worden pigmenten gemalen tussen langs elkaar wrijvende platen of stenen of wel ze worden verkleind door herhaald slaan tegen draaiende armen (slagmolen).

De „straalmolen" (jet-mill) werkt volgens een ander principe. Hierbij worden de deeltjes verkleind door onderlinge wrijving, welke wordt veroorzaakt door ze met een snelheid van 500—1000 km/h door een buis van bepaalde vorm te blazen. Volgens het artikel heeft de buis de vorm van een doughnut (= oliebol).

Uit mikrofoto's blijkt dat niet alleen een veel fijnere maling wordt bereikt, doch dat de deeltjes ook regelmatiger van vorm zijn. Bij andere wijzen van maling blijven er altijd grotere conglomeraten, soms met scherpe kanten en hoeken.

Bij het „straalmalen" worden deze conglomeraten verder afgebroken en verdwijnen de onregelmatige vormen. Dit wordt op interessante wijze bevestigd door de olieabsorptie: deze is *kleiner* in plaats van *groter* in vergelijking met die van het pigment, dat op andere wijze is gemalen. Men zou juist verwachten, dat door de verkleining der deeltjes en de daaruit volgende vergroting van het totale oppervlak, de olieabsorptie zou stijgen. Als nevenomstandigheid speelt waarschijnlijk het vochtgehalte een rol: het straalmalen is nl. tegelijk een zeer effectieve droogmethode. Zo verliest een handelskwaliteit van DIJCKSBRUIN zijn 14% vocht volledig.

Als gevolg van de kleinere deeltjesafmetingen zijn voorts allerlei technologische kwaliteiten verbeterd: kortere maaltijd in verf, grotere kleurkracht, snellere uitmaling in droge mengsels. Ook zou het dekkend vermogen beter zijn. Dit zijn alle factoren van groot belang voor de verf-, plastiek-, rubber-, cement- enz. industrieën.

De „jet-milled" pigmenten zouden reeds verkrijgbaar zijn „at practical prices".

N.

BOEKENNIEUWS

621.791

F. KOENIGSBERGER. **Welding Technology**. Uitg. Cleaver-Hume Press Ltd. London. 280 blz. Prijs *f* 13.45.

De schrijver heeft er naar gestreefd datgene van de verschillende vakgebieden, waarvan de werkplaats-ingenieur, die zich met lassen bezighoudt, op de hoogte moet zijn, in beknopte vorm weer te geven.

De stof is verdeeld over 17 hoofdstukken. In de eerste vier worden de verschillende lasmethoden beschreven waarbij de voorbewerking en de vulling der lasnaden worden aangegeven. Een tweetal hoofdstukken is gewijd aan het lassen van staal- en ijzersoorten en het lassen van niet-ijzer metalen. Vervolgens worden de installaties voor autogeen en electrisch lassen beschreven; een uitgebreid hoofdstuk is gewijd aan de electrische installatie voor weerstandslassen. Voorts worden in afzonderlijke hoofdstukken behandeld: autogeen snijden en gutsen; draaistellingen en opspaninrichtingen voor lasconstructies; veiligheidsmaatregelen; onderhoud van lasinstallaties; vervorming bij het lassen en residuele spanningen; sterkte van de las en fouten in de las; keuring van lassen en lassers; principes voor het ontwerpen van gelaste constructies. Tot slot worden enige opmerkingen gemaakt over het begroten van laswerk.

Zoals uit bovenstaande opsomming blijkt, worden wel zeer vele onderwerpen behandeld en het zal duidelijk zijn dat, gezien de omvang van het boek, een grondige bespreking niet verwacht mag worden.

Aan de lasbaarheid van metalen had m.i. meer aandacht besteed kunnen worden eventueel ten laste van de uitvoerige beschrijving over de werking van weerstandslasmachines. Het boek is wel sterk ingesteld op de Engelse practijk. De meeste figuren en ook vele gegevens zijn verstrekt door Engelse fabrikanten van lasstaven en lasapparatuur, terwijl ook hoofdzakelijk naar Engelse normaalbladen wordt verwezen.

De ingenieur die zich op laagebied wil oriënteren kan in dit boek toch vele nuttige gegevens vinden waarbij de vele literatuuropgaven hem de weg wijzen voor dieper gaande studie.

Het boek, dat zeer goed is uitgevoerd, kan worden aanbevolen.

H. G. GEERLINGS.

BONDSNIEUWS

Bondsdag 28 September te Utrecht

De belangstelling voor de Bondsdag, gehouden in Restaurant „Esplanade" te Utrecht, was zeer bevredigend.

De voordracht in de ochtenduren van Prof. PIGANIOL uit Parijs over „Les Silicones" werd zeer gunstig beoordeeld, zo ook de „Lijm- en Plakdag", georganiseerd door de Kring Verf, enz. en de voordracht van ir H. BLOK over „Nieuwe ontwikkelingen op Smeringsgebied", welke in de middaguren werden gehouden.

Tijdens de Jaarvergadering, gehouden in aansluiting op de voordrachten, deed de Voorzitter van de Bond, dr ir R. HOUWINK, mededelingen omtrent de bondspublicaties. Gepoogd wordt deze onder te brengen bij vakbladen. Voorts deelde de Voorzitter mede, dat voor het komende winterseizoen weer cursussen op metaalgebied georganiseerd zullen worden, dat gepoogd zal worden belangstelling voor het Bondswerk te trekken in de Noordelijke en Zuidelijke provincies van ons land en dat een actie voor werving van nieuwe leden zal worden gevoerd.

Hoofdcommissie voor Normalisatie in Nederland

Door de H.C.N.N. is als definitieve norm gepubliceerd:

N 1530—50 Droge Verfstoffen. Keuringsproeven titaandioxyde.

Voorts is ter critiek gepubliceerd:

V 1337—50 Droge Verfstoffen. Definities en keuringseisen voor loodtitanaat en antimoonwit.

Het Secretariaat der H.C.N.N. Lange Houtstraat 13A te Den Haag kan, indien gewenst, nadere bizonderheden verstrekken.

Wij ontvingen:

Jaarverslag 1949 van: Vereniging van Vernis- en Verffabrikanten in Nederland

en

33e Jaarverslag 1949 van: Stichting voor de Normalisatie in Nederland

Inhoud MATERIALENKENNIS 10: Korrosion, Decapieren, Inhibition und Passivität der Metalle (oder Oxydation, Entoxydation oder Antioxydation, von JEAN FRASCH.— Korte Technische Berichten: Een nieuwe methode om pigmenten te malen door N. — Boekennieuws: F. KOENIGSBERGER. Welding Technology, door H. G. GEERLINGS. — Bondsnieuws.

HART NIBBRIG & GREEVE N.V.

Fielding Hydraulische Persen

70 jaar ervaring

FIELDING & PLATT LTD.

GLOUCESTER ENGELAND

TECHNISCHE AFDELING

PARKSTRAAT 91a - DEN HAAG

GROTE ONDERNEMING vraagt:

ASSISTENT-CHEF

Technische Afdeling

Deze afdeling is belast met aanschaffing, onderhoud enz. van het automateriaal.

Alleen zij, die practische ervaring hebben in het technisch beheer van een groter wagenpark en beschikken over organisatorisch vermogen, gelieven uitvoerige, eigenhandig geschreven sollicitaties, voorzien van recente pasfoto, in te zenden onder No. 4501 aan Smit's Adviesbureau, Herengracht 442, Amsterdam.

GEMEENTE ROTTERDAM

Bij de Dienst van Gemeentewerken kunnen ten behoeve van de bouw van een nieuw ziekenhuis worden geplaatst:

a. **Een zeer ervaren civiel-ingenieur**
die met de uitvoering van de bouw zal worden belast. Aanstelling als ingenieur 1e klasse of hoofdingenieur.

b. **Een jonge civiel-ingenieur**
voor het berekenen en uitvoeren van gewapend betonconstructies.

c. **Enige technische ambtenaren**
met een ruime bouwkundige ervaring voor de voorbereiding en uitvoering van het bouwwerk.
Het bezit van het diploma M.T.S. Bouwkunde is vereist.

d. **Enige ervaren technische ambtenaren**
voor de voorbereiding en uitvoering van de fundering en het betonskelet.
Het bezit van het M.T.S.-dioloma Bouwkunde of Waterbouwkunde is vereist.

e. **Enige ervaren technische ambtenaren**
voor de voorbereiding en uitvoering van de centrale verwarming en andere technische installaties.
Het bezit van het M.T.S.-diploma Werktuigbouwkunde is gewenst.

Soll. op zegel te richten tot B. en W. en in te zenden aan het Bur. Personeelvoorziening, kamer 331, Raadhuis, binnen 14 dagen na deze oproep, resp. onder Nos. 263(a), 264(b), 265(c), 266(d), en 267(e).

DEMKA

De Nederlandsche Staalfabrieken v/h J. M. De Muinck Keizer N.V. te Utrecht

vraagt voor de leiding van de analytische afdeling in haar Chemisch Laboratorium een scheikundig

ACADEMISCH GEVORMDE KRACHT

Dr, Dra, Drs of Ir, liefst met enige ervaring op analytisch gebied, in staat leiding te geven.
Leeftijd niet beneden 30 jaar.

Sollicitaties met volledige inlichtingen omtrent opleiding en loopbaan te richten aan de Afd. Personeel onder No. 50.36.

GEVRAAGD door **Importzaak in machines voor metaalbewerking:**

EEN PRIMA KRACHT

met handelsaanleg, op technisch gebied en op dat der drie moderne talen goed onderlegd, liefst met fabriekservaring en diploma W.I. of M.T.S. — Leeftijd ca. 25 tot 35 jaar. Uitvoerige sollicitaties met opgave van levensloop, leeftijd diploma's en godsdienst en bijvoeging van copie-getuigschriften onder nr. 786 aan de uitgever van dit blad.

TECHNISCH COMMERCIEEL INGENIEUR

Voor de zelfstandige leiding van een sedert 1930 gevestigd Ingenieursbureau, dat de beschikking heeft over belangrijke vertegenwoordigingen van vooraanstaande binnenlandse en buitenlandse fabrieken op werktuigkundig gebied, wordt een ingenieur met uitgesproken commerciële aanleg en bij voorkeur met ruime commerciële ervaring gezocht.

Sollicitaties met nauwkeurige beschrijving van de functies die door betrokkenen in het verleden zijn vervuld onder no. 785 a. d. Uitgever van dit blad.

AANNEMINGSBEDRIJF

OOSTERWIJK N.V.

ROTTERDAM

's-GRAVENWEG

TEL.: 24381-24406

HOLLAND ELECTRO c.v.
MARCONISTRAAT 10, ROTTERDAM
Stofzuigers - Electromotoren

vraagt voor haar afdeling ELECTRO-MOTOREN

ELECTRO- TECHNISCH INGENIEUR

bekend met de fabricage en constructie van kleine Draai- en Wisselstroom-motoren. Ervaring in soortgelijke functie vereist, benevens organisatie-vermogen en tact om als Chef van zijn afdeling op te treden. Bij gebleken geschiktheid levenspositie.

Eigenhandig geschreven sollicitaties met foto en opgaven van opleiding, levensloop en referenties te richten aan de Directie. Geheimhouding verzekerd.

KONINKLIJKE ZWAVELZUURFABRIEKEN v/h. KETJEN N.V.

vraagt voor indiensttreding

* EEN CONSTRUCTEUR-TEKENAAR

Ervaring op het gebied van apparatenbouw strekt tot aanbeveling.

Uitsluitend schriftelijke sollicitaties te richten aan de Afdeling Personeelszaken:

NIEUWENDAMMERKADE 1—3, AMSTERDAM-NOORD.

PHILIPS

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN
EINDHOVEN

Ten behoeve van de Tariefbureaux wordt gezocht een

jong Delfts ingenieur

Sollicitanten moeten enige jaren fabrieckspractijk hebben, terwijl ervaring met en belangstelling voor arbeids-analyse, arbeids classificatie, loonstelsels, tijd- en bewegingsstudies tot aanbeveling strekken.
Er bestaat e.e.t. kans op uitzending naar een fabriek in het buitenland.

Brieven met uitvoerige gegevens, o.m. vermeldende leeftijd, burg. stand, practijk, te richten tot de afdeling Personeelzaken, Willemstraat 20, Eindhoven, onder L 5065.

Caltex Petroleum Maatschappij
(Nederland) N.V.,
Raffinaderij Rotterdam (Pernis)

zoekt voor technologische afdeling:

jonge scheikundige ingenieurs

(Delft of gelijkwaardige opleiding).

Kort geleden afgestudeerd of met enige industriële ervaring, ervaring in petroleumtechniek strekt tot aanbeveling.

Schriftelijke sollicitaties met volledige gegevens te richten tot afdeling Personeel, Postbus 200, Rotterdam.

GEMEENTE ROTTERDAM

Bij de Dienst van Stadsontwikkeling en Wederopbouw kunnen worden geplaatst:

a. **een architect of bouwkundig ingenieur**

die zal worden belast met het uitwerken van gedeelten van het Basisplan 1946 voor de binnenstad en van andere stedebouwkundige ontwerpen. Aanstelling in de rang van architect, e.q. ingenieur. Salarisgrenzen f. 5200.— — f. 7200.— (te verhogen met 5%, eventueel 10%).

b. **een assistent-architect**

voor de onderafdeling bouwplannen. Aanstelling in de rang van assistent-architect, waarvan de salarisgrenzen zijn f. 4800.— — f. 6000.— (te verhogen met 5%, eventueel 10%).

c. **vier tekenaars**

voor de technische uitwerking van de uitbreidingsplannen. Het bezit van diploma M.T.S.-bouwkunde of weg- en waterbouwkunde strekt tot aanbeveling. Salaris overeenkomstig ervaring en bekwaamheid.

Soll. op zegel te richten tot B. en W. en in te zenden aan het Bur. Personeelvoorziening, kamer 331, Raadhuis, binnen 14 dagen na deze oproep, onder No. 275 (a), No. 276 (b) resp. No. 277 (c).

WATERSCHAP „HET STROOMGEBIED VAN DE DOMMEL"

Het dagelijks bestuur van het waterschap „Het Stroomgebied van de Dommel" te Boxtel roept sollicitanten op voor de functie van een scheikundig-bacterioloog in de rang van

TECHNOLOOG

in vaste dienst op een jaarwedde van f 6240.— — f 7440.— exclusief 5% (6 eenjaarlijkse verhogingen), kindertoelage volgens Rijksregeling.
Vereisten: De graad van Doctor of Drs. in de Scheikunde of Diploma Scheikundig-ingenieur van de Technische Hogeschool te Delft, alsmede grondige theoretische kennis en practische ervaring op het gebied van de zuivering van huishoudelijk- en fabrieksafvalwater.
Voor gegadigden die op zeer ruime practische ervaring kunnen bogen, bestaat de mogelijkheid om in aanmerking te komen voor een of meer vaste persoonlijke toelagen van maximaal f 1200.— en f 1000.— per jaar,

en/of

TECHNOLOOG

op arbeidsovereenkomst naar burgerlijk recht op een jaarwedde van f 3360.— — f 4560.— exclusief 5% (6 éénjaarlijkse verhogingen), kindertoelage alsvoor. Aanstelling in een hogere rang is niet uitgesloten.
Vereisten: De graad van Doctor of Drs. in de Scheikunde of Diploma Scheikundig-ingenieur van de Technische Hogeschool te Delft. Enige ervaring op het gebied van de zuivering van afvalwater strekt tot aanbeveling.
In beide gevallen tegemoetkoming in de verhuiskosten overeenkomstig de bepalingen van het Verplaatsingskostenbesluit.
Op zegel gestelde sollicitaties in te zenden aan de Watergraaf van genoemd waterschap, Stationstraat 32 te Boxtel, vóór 5 November a.s.
Geen bezoek dan na oproeping.

Amsterdamsche Droogdok Mij. N.V.

vraagt

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

met enige praktijk-ervaring. Leeftijd omstreeks 30 jaar. Bij gebleken geschiktheid goede vooruitzichten. Sollicitaties aan de Directie, Meeuwenlaan 56, Amsterdam-N.

MODERNE FABRIEKSGEBOUWEN

Door de belangen-uitwisseling van „BONERA" N.V. te Gouda met N.V. v.h. M. & P. Smulders te Rotterdam - van welke thans de nieuwbouw is gereed gekomen

ZIJN ONZE FABRIEKSPANDEN TE GOUDA VRIJGEKOMEN.

Deze moderne fabrieksgebouwen met

a. eigen hoogspanningsstation
b. volledig modern ingericht ketelhuis
c. volledige verwarmings-, kracht- en lichtinstallaties
d. volledige telefooninstallatie en oproepinrichting enz.

gelegen aan vaarwater en enkele minuten van het station,

WORDEN THANS TE KOOP AANGEBODEN

Tevens bestaat de mogelijkheid diverse machines, die door de belangen-uitwisseling overcompleet zijn, over te nemen.

Bovendien zijn aan de fabrieksspanden diverse woonhuizen verbonden, waarvan enkelen direct en enkelen later ledig opgeleverd worden. De oppervlakte is c.a. 3.000 M².

De industrie die ruimte zoekt en in de kortst mogelijke tijd wil produceren, stelle zich schriftelijk met de Directie der BONERA N.V. in verbinding: Postbox 33 te Gouda, of telefonisch K 1820 - 2945-2946.

Bij een der grootste houtverwerkende industrieën van ons land vacceert de functie van

TECHNISCH DIRECTEUR

Vereist worden: technische inventiviteit en organisatievermogen, tact, menschenkennis, enig commercieel inzicht.

Geboden wordt een zeer verantwoordelijke staffunctie, die als levenspositie is bedoeld.
Aan de functie is behalve een goed salaris plus gratificatie na enige tijd van inwerken ook eventueel een tantième-regeling verbonden; bovendien opname in het pensioenfonds der onderneming, terwijl zo mogelijk voor een woning zal worden zorggedragen.

Candidaten, die voor de functie in aanmerking komen, zullen worden uitgenodigd voor een psychologisch onderzoek. De resultaten hiervan zullen met de desbetreffende worden besproken.

Eigenhandig geschreven brieven met volledige inlichtingen omtrent opleiding, ervaring, levensloop, leeftijd en reden van sollicitatie, vergezeld van een recente passfoto, onder letter P. 162 te zenden aan het

AMSTERDAMS PSYCHOTECHNISCH LABORATORIUM
P.L.K. & H. MEIJHUIZEN VERDISTRAAT 6 AMSTERDAM-Z.

NEDERLAND-WATERLAND

door

Ir H. A. M. C. DIBBITS

★

Dit fraai uitgevoerde boek is zowel interessant voor de leek als van belang voor studerenden en specialisten op het gebied van de Waterstaat.

★

Wel zelden zal een boek door de algemene en door de vakpers zo gunstig beoordeeld zijn.

★

Prijs *f* 15.75 geb.

★

Verkrijgbaar bij Uw boekhandelaar

Uitg. van N.V. A. Oosthoek's Uitgevers Mij. — Utrecht

Absoluut trillingsbestendig
Borgen in iedere stand
Te gebruiken bij normale bouten
Vervangen kroonmoeren met splitpenborging

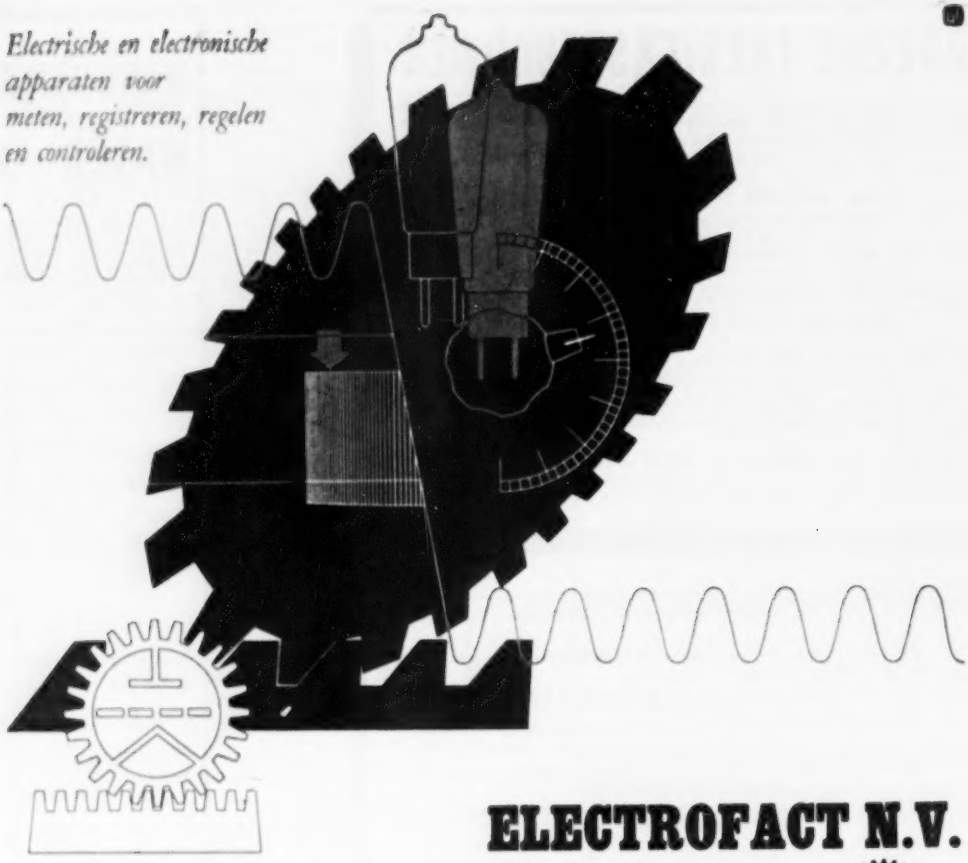
"PINNACLE LOCK NUTS NEVER WORK LOOSE"

Kunnen herhaald gebruikt worden
Vlugge en meer economische montage
Vereisen geen boren, passen of klinken

Inlichtingen: Vertegenwoordigers voor Nederland
c.v. P.L.W. de Ridder & Co.
Heerengracht 167 Amsterdam C.

EEN PRODUCT VAN SIMMONDS AEROCESSORIES LTD., GROOT-BRITTANIE

Electrische en electronische apparaten voor meten, registreren, regelen en controleren.



ELECTROFACT N.V.

Kleine Wittenburgerstraat 94
Amsterdam-Centrum
Telefoon 56470-56985

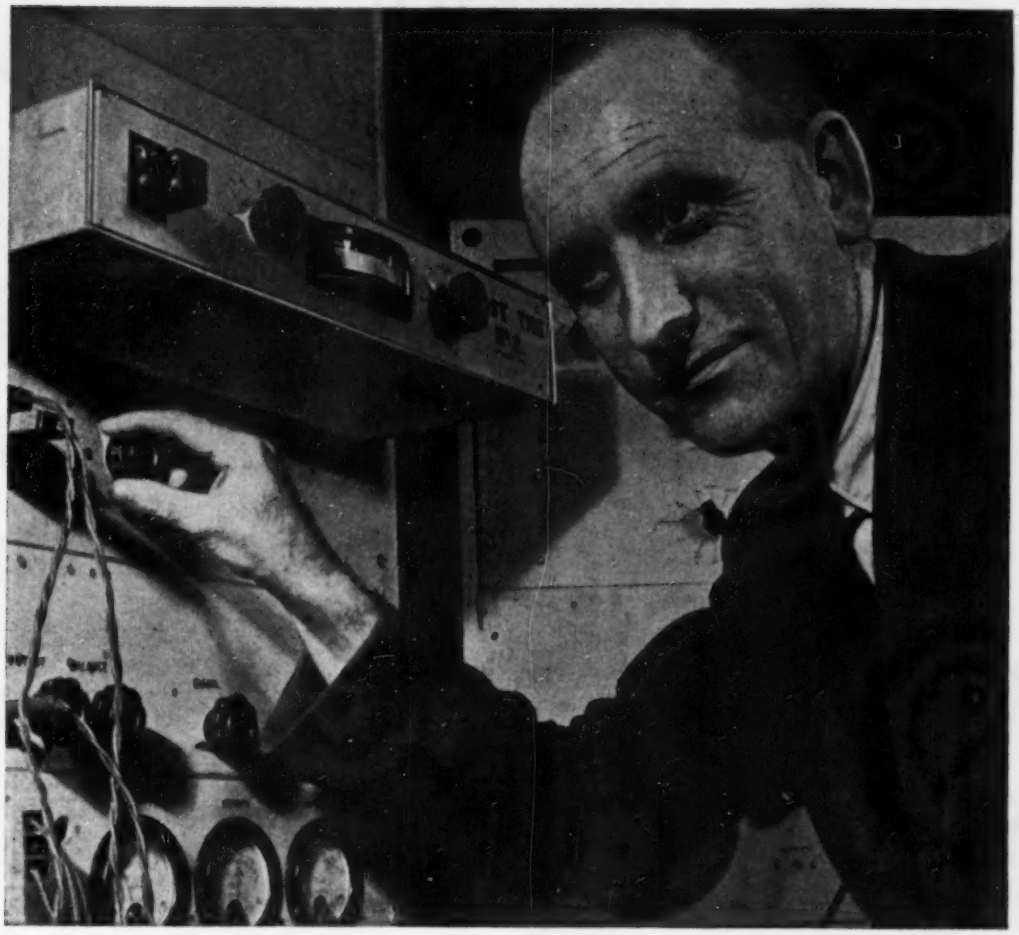
ELECTROFACT

VAN HATTUM & BLANKEVOORT

BEVERWIJK HAARLEM

Specialisten, nationaal en internationaal, voor

BAGGERWERKEN • GRONDWERKEN • BETONWERKEN



Het meten van frequenties in draaggolf oscillatoren.

Van beginsel tot practische toepassing

De meettechniek in de hedendaagse telecommunicatie heeft de gezamenlijke beginselen van de moderne electrotechnische wetenschap tot basis. In vroeger tijden waren de meetinstrumenten betrekkelijk grof en ongevoelig. De gevolgde meetmethoden werden soms op goed geluk toegepast en waren bijgevolg veelal onbetrouwbaar. Sindsdien hebben de eisen van een concurrerende en gespecialiseerde industrie een ommekeer in de meettechniek te weeg gebracht en is deze een wetenschap in de ware zin van het woord geworden. De A.T.M., als specialist in het ontwerpen en fabriceren van telefoon-, transmissie- en zwakstroom-signaalmateriaal, heeft een staf van ingenieurs - met als taak - het ontwerpen en fabriceren van meetinrichtingen. Deze meetinrichtingen geven door middel van optische of acoustische aanwijzing een getrouw beeld van de eigenschappen van onverschillig welk product in ieder stadium van fabricatie en wel onder omstandigheden die ongunstiger liggen dan die, welke in het normale bedrijf voorkomen.

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC CO. LTD.

London and Liverpool, England.

Grote Marktstraat 63, Den Haag

Telefoon: Den Haag 111900. Telegramadres: Strowger, Den Haag.

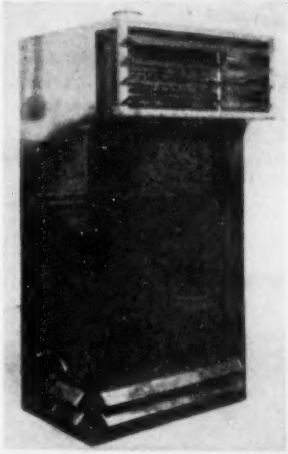
DE MAATSCHAPPIJ VERVAARDIGT O.A.: AUTOMATISCHE STADSTELEFOON-CENTRALES VAN ELKE OMVANG, AUTOMATISCHE TELEFOONCENTRALES VOOR INTERN VERKEER, AUTOMATISCHE TELEFOONCENTRALES VOOR INTERN VERKEER MET NETLIJNAANSLUITING, APPARATUUR VOOR DRAAGGOLFTELEFONIE DOOR ÉÉN OF MEERDERE KANALEN, LIJNKIEZERTOESTELLEN VOOR INTERN VERKEER, APPARATUUR VOOR AFSTANDSBEDIENING EN -METING, APPARATUUR VOOR AFSTANDSBEDIENING VOLGENS HET „RYTHMATIC" PRINCIPE, APPARATUUR VOOR AUTOMATISCH WERKENDE VERKEERSLICHTINSTALLATIES, „ELECTRO-MATIC" TELEFOON- EN SIGNAALAPPARATUUR VOOR GEBRUIK IN MIJNEN

A. 1281 - A. 155

Stelcon bedrijfsvloeren

Wil men ten volle profiteren van een bedrijfsvloer, dan dient deze vloer sterk, vlak en vlakblijvend te zijn. Meer dan 20 jaar ervaring op dit gebied hebben ons geleerd, hoe een dergelijke vloer gemaakt moet worden.
De verschillende soorten Stelcon vloeren, die wij in de handel brengen, zijn volkomen bestand tegen het moderne transport, waardoor steeds meer bedrijven er toe besluiten een Stelconvloer te nemen. Ook het Staatsvissershavenbedrijf te IJmuiden is hiervan overtuigd, gezien het feit, dat hier meer dan 10000 m² Gewassen Stelcon MS tegels voor de bevloering werden toegepast.

N.V. BETONFABRIEK DE METEOOR
DE STEEG (HOLLAND)



KLIMATOREN

NV DE BRUIJN
DBE
ENSCHEDE

Machinefabriek & Constructiewerkplaats
Fa. G. W. KLUMPERT & Co.
KANAALSTRAAT 15 — TEL. 4028—4029 — HENGELO

Dragline-bakken

ROTTERDAM TEL. 26508 — Van Vreeswijk — Verr. Vereeniging — DEN HAAG TEL. 779489

AANNEMERSBEDRIJF
VAN WIJNEN DORDRECHT
bouw-
beton-
hei-
waterwerken
Kantoren: Dordrecht - Kromhout 65 - 67 - Tel. 6941 (3 lijnen)
Den Haag - Fr. Maelsonstr. 45 - Tel. 553844

Diamant draaibeitels
voor precisie-werk
D. DRUKKER & Zn
AMSTERDAM-Weesperplein 4, Tel. 53906-50369

Chroomharden bespaart
vele malen zijn eigen kosten.

Van snijgereedschap, stempels en matrijzen, astappen, mondstukken en duizenderlei andere gereedschappen en machine-onderdelen kan de levensduur enorm verlengd worden door chroomharden. Behalve de levensduur stijgt natuurlijk ook de bedrijfszekerheid.
Op de foto zijn afgebeeld: hard verchroomde voering voor hoge druk compressor, geleidingstukjes en pompvoeringen, een rotor met verchroomde astappen, een bekermatrijs en draadgeleiders.

„LEMET CHROMIUM", H. VAN DER HORST, N.V. • HILVERSUM-HOLLAND
PORUS-KROME VAN DER HORST
Houdt Uw motoren nieuw

„HAENCO" N.V. UTRECHT

Croeselaan 77

Telefoon 10 863 - Buiten kantoortijd 13 766

Wij fabriceren:

ZILVERDRAAD
SMELT-ZEKERINGEN
EN SOLDEREN
MASSA-ARTIKELEN
IN ALLE METALEN

Gestampt - Gedraaid - Gefreesd - Gegoten - Geforceerd

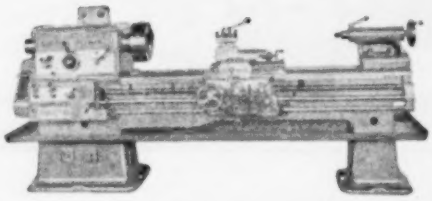
Alle soorten
Grind en Zand
tevens puin en koolasch, met scheepsladingen van elke grootte levert:

Gebr. van Nieuwpoort
GOUDA - TELEFOON 3002
door geheel ons land

ALLEENVERTEGENWOORDIGING
VOOR HOLLAND EN OVERZEE

C. TER COCK - BLARICUM

Electro-ingenieur.
Driftlaan 7. Telefoon K 2953- -3321.



Sneldraaibank MARTIN

model DL 500

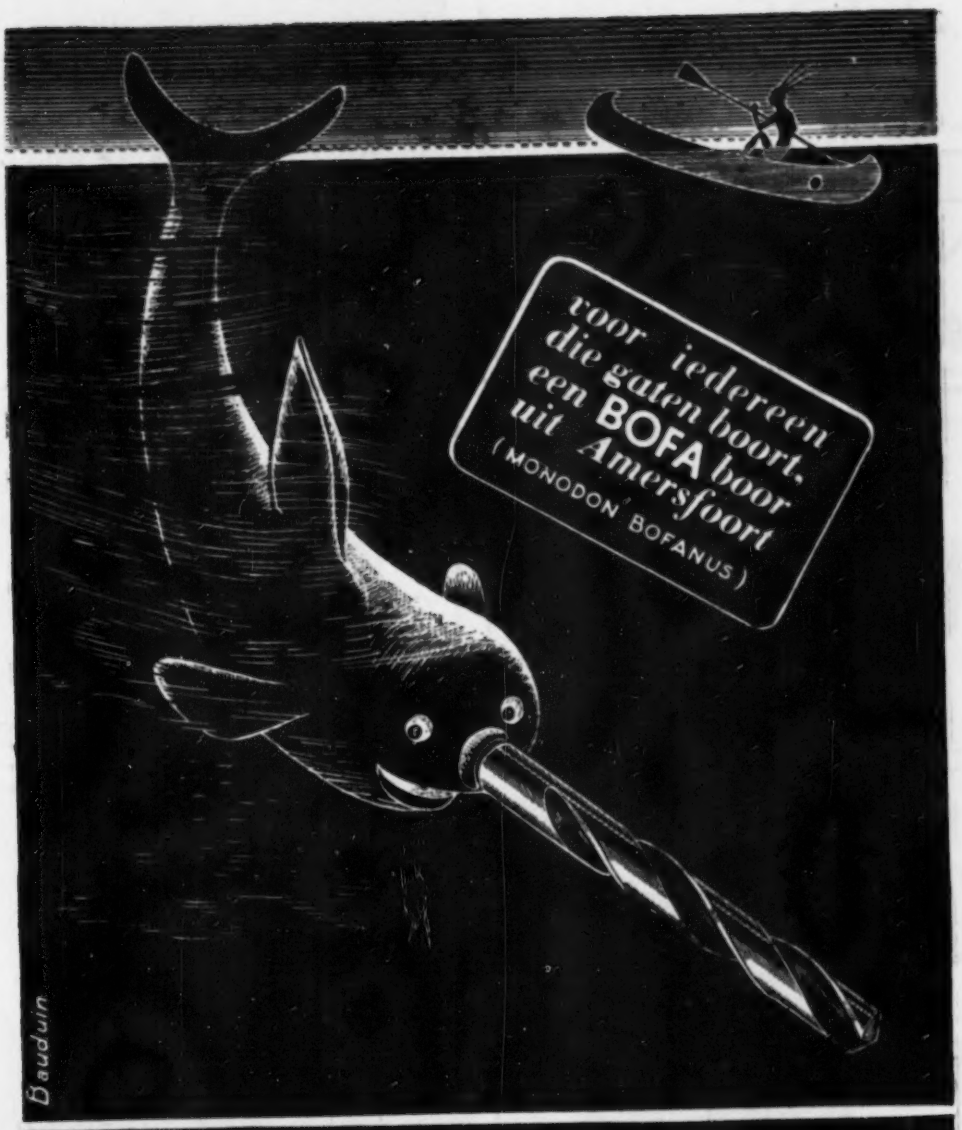
- Draaihoogte 250, (ook d.h. 275, 300, 325, 350);
- draailengte 1, 1½, 2, 2½, 3, 4 meter;
- toeren 20—1000;
- motor 7½ of 10 pk;
- 180 metrische-, W-, module-draad;
- netto-gewicht vanaf 2235 kg.
- Fijne voedingen — langs vanaf 0,017; dwars vanaf 0,005 mm.
- Electrische pomp.
- Revolverkop.

Raderkast: Tandwielen chroomnikkelstaal gehard en geslepen 63 rc. Hoofdspindel (met doorlaat 63) geläppt ter plaatse. Platenkoppeling heen — rem — platenkoppeling voor versnelde terugloop. (40 % meer). Cascadesmering. Olieniveau onder tandwielen, met terugloop naar pomp boven. Filter. Contrôle glasdom op deksel.

Voedingskast: met schuiftandwielen, olie en stofdichte kast — spatsmering.

Support: Valvorm — spatsmering. Nonius 0,05 mm.

Holl. brochure gaarne toegezonden.



BORENFABRIEK **BOFA**

AMERSFOORT

BOFA

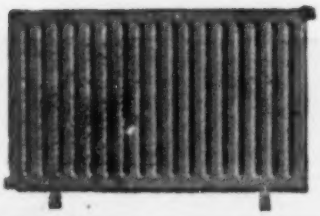
HOLLAND

VERKOOP VIA DE HANDEL

Lichtdrukken

CENTRALE LICHTDRUKINRICHTING

Hartenstraat 26 – Amsterdam – Telefoon 45132



„DURA"

Staalplaatradiatoren
Paneel- en Ledenmodel
Fabrikant:
M. DUINTJER & ZN. N.V.
WILDERVANK

N.V. V/H H. TROOST PERNIS bij ROTTERDAM
TELEFOON ROTTERDAM 71606

Bouw-, Gewapend Beton- en Waterbouwkundige Werken

N.V. NED. KOPER-METAAL INDUSTRIE
DELFT

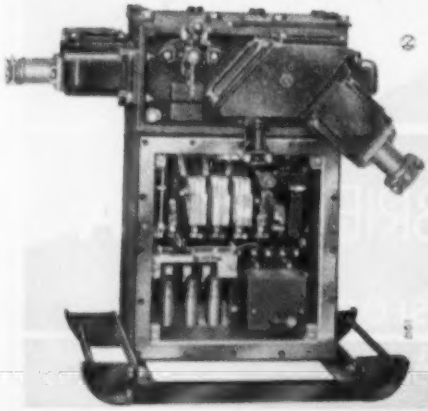
KOPER
ALUMINIUM
ROESTVRIJSTAAL
APPARATENBOUW

NIJMEEGSE METAALINDUSTRIE N.V. i.o.
THIJMSTRAAT 139 — Tel. 21295 (K 8800) — NIJMEGEN

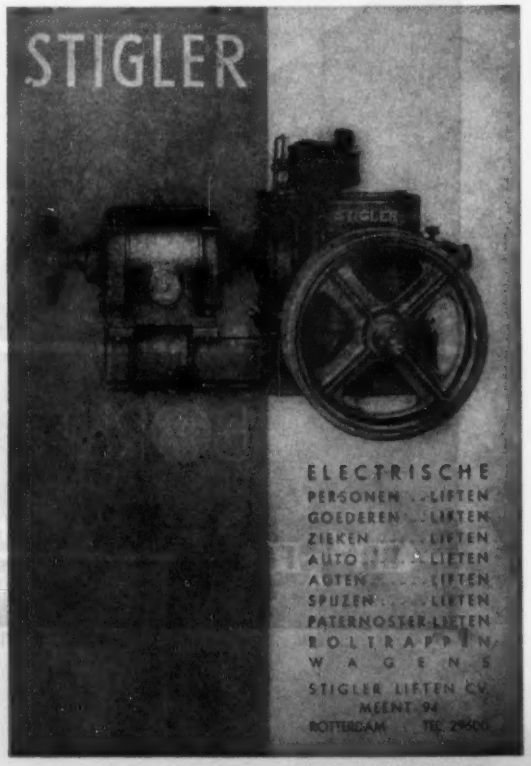
Stoomketel-revisie.
Pijpleidingen.
Montage.
Constructie-werken.

Degelijke uitvoering verzekerd

ONTPLOFFINGSVEILIG
SCHAKELMATERIAAL



ODINK & KOENDERINK N.V.
HAAKSBERGEN



„JOHNSON"
OLIEBRANDERS
VOOR CENTRALE VERWARMING EN INDUSTRIE
IMPORTEURS SINDS 1930
HERINGA & WUTHRICH
HAARLEM

BOFORS
EDELSTALEN

N.V. HOLLANDSCHE ASBEST-MIJ
v/h VAN DER LINDEN & VELDHUIS
AMSTERDAM ROTTERDAM GRONINGEN
ASBEST
RUBBER
PAKKING
ISOLATIE

STAALHARD N.V.
K. BLEEKERSTRAAT 7 · TEL. 81989-82172 · AMSTERDAM
VERTEGENWOORDIGERS VAN:
AB BOFORS
Zweden
staal-
producten
JOS. ZIMMER
& ZONEN N.V.
Amsterdam
Staalharderij
Een ideale combinatie:
Deskundige behandelingsadviezen voor alle staalsoorten nu direct bij de aankoop mogelijk!

Voor Havenwerken Bos & Kalis
Hollanders zijn de bouwers van havenwerken, sinds eeuwen. BOS & KALIS, met jarenlange ervaring en grote activiteit houdt die roem hoog. Ons materieel is in prima staat en ons personeel goed geschoold.
SLIEDRECHT, HOLLAND MERWESTRAAT 34
TELEGR.-ADRES „BOKA SLIEDRECHT" TEL. 16

STAALHARDERIJ
Js. ZIMMER
& ZONEN
KORTE BLEEKERSSTRAAT 7 · AMSTERDAM
TELEFOON 81989-82172

KOPER- EN METAALGIETERIJ
FIRMA LANGEVELD
DAMLAAN 50 SCHIEDAM — TEL. 66888
Gietwerk naar model en tekening in koper - brons - aluminium - zink enz.
CONCURRERENDE PRIJZEN

GEBROEDERS PRAKKE N.V.

te EIBERGEN
TEL. 370
(K 5454)

Fabrikanten van:

alle soorten
- lederen drijfriemen
- lederen pakkingen
- naai- en bindriemen
- massief rond lederen snaar

vervaardigd van prima leder uit eigen looierijen.

„Prefereer Prakke's Producten"

STAALMEUBELEN-, SPIRAALMATRASSEN en LEDIKANTENFABRIEK

Fa. GABRIËLS - ENSCHEDE
ARENDSWEG 98 - TEL. 2228

Vraagt reizigersbezoek!

LEVERANCIER VAN DE OVERHEID
SPECIALITEIT IN CHROOMMEUBELEN

Alle soorten GEREEDSCHAPPEN EN WERKTUIGEN voor de METAALBEWERKING, o.a.

SPIRAALBOREN, RUIMERS, DRAAIBEITELS EN ANDERE SNIJGEREEDSCHAPPEN, MOERBOUTEN, SLUIT- EN VEERRINGEN, ENZ.

Ruime sortering gebruikte riemschijven, transmissies en div. gebruikte gereedschappen.

★

H. Geul & Zonen - Schiedam
Oude Sluis 8 - Telefoon 68893

7 wordt nooit moe...!

Imperator Tafelboormachine

de solide machine voor het boren van gaten in doorlopend bedrijf

boorcapaciteit 10 en 15 mm
6 toerentallen naar keuze van
900 tot 10000 of van
450 tot 5000

zware uitvoering
boorspil van veredeld chroom nikkelstaal met hoge vastheid, over de gehele lengte nauwkeurig geslepen; loopt in precisie kogellagers.
De axiale druk wordt door een precisie drukkogellager opgenomen.

Uit voorraad leverbaar.

R. S. STOKVIS & ZONEN N.V.

TECHNISCHE AFDELING – ROTTERDAM – JAVASTAAL-STOKVIS N.V. – DJAKARTA

FABRIEK VOOR VERVAARDIGING
VAN APPARATEN

KOELING
LUCHTBEHANDELING

C.V. Koeltechnisch Bureau

GEBR. GOEDHART

SPANGESEKADE 14—15 — ROTTERDAM-WEST
TELEFOON 34738—52397 (K 1800)

N.V. Staaldraadkabel-
en Herculestouwfabriek

v.h. J. C. DEN HAAN

GORINCHEM

87

Laten wij U adviseren!

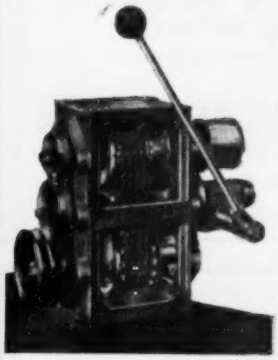
in lagerproblemen. Onze ingenieurs doen dit gaarne vrijblijvend voor U! Een ervaring van 50 jaren staat U ten dienste. **Hoffmann Kogellagers** en **Rollagers** hebben 'n wereldreputatie veroverd door hun degelijke en duurzame afwerking.

Gangbare maten uit voorraad.

The Hoffmann
Manufacturing Co. Ltd.
Chelmsford (Essex-England)

Technische dienst en Verkoopkantoor:
HOFFMANN KOGELLAGERS (NEDERLAND) N.V. KEIZERSGRACHT 672 TEL. 32057 AMSTERDAM-C.

„MULTIBELT"



TRAPPENLOZE
TOERENREGELAAR

voor de aandrijving van:
Werktuigmachines
Transportinstallaties
Cartonnagemachines
Papiermachines

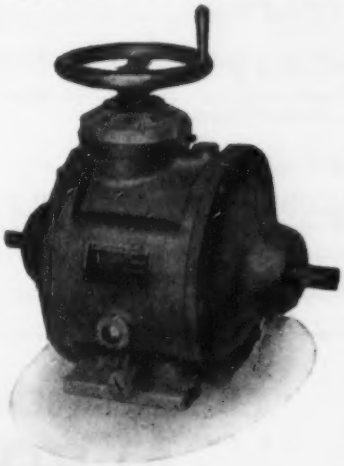
Speciaalmachines
voor de conserven-industrie, chocolade-industrie, enz. enz.

MULTIBELT - HOLLAND

DEN HAAG

KRAYENHOFFSTRAAT 69-71 - TELEFOON 116896

ARTER VARIATOR

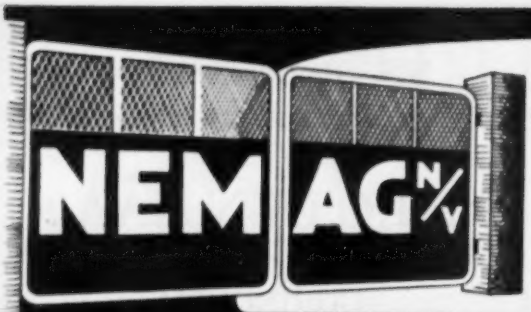


Elke snelheidsverhouding.
Geheel in olie loopend.
Ook met aangebouwde motor, reductiekast, afstandsbediening.

VERTEGENWOORDIGER:

INGENIEURSBUREAU ir. P. J. PLAISIER

NASSAU ZUILENSTEINSTRAAT 13/15 — DEN HAAG
TELEFOON 776794 / 5.



GROOT GENOEG VOOR „GROTE WERKEN",
PERSOONLIJK GENOEG VOOR „KLEINE"

Staalconstructies naar wensen van opdrachtgevers, echter met het plus aan specialisten ervaring.

STAALCONSTRUCTIES EN MACHINEFABRIEK **NEMAG**
ERTSSTR. 1, R'DAM

S.2

mogen wij U met Uw nieuwe project van dienst zijn? onthoud die naam

---

MASCHINENFABRIK MEER A.G.

TE MÜNCHEN-GLADBACH

Sneilopende stoommachines
Naadloze- en electrisch gelaste buizeninstallaties
Adjustage- en centreermachines
Koelbedden en electrorollen
Buizencontrôle persen
Blokbrekers
Electro-Hydraulische persen voor alle doeleinden, w.o.:
Radiatoren persen
Electrode persen
Afkant- en buigpersen
Continu regelbare oliedruk koppelingen
„Hydromatic" oliepompen
Afsluiters, stofdicht en bestand tegen hoge temp. en druk
Apparaat ter verwijdering van olie uit afgewerkte stoom
IJzerpoeder voor industriële doeleinden (sintermetallurgie)

Verkoop Benelux en Indonesië

MERREM & LA PORTE N.V.

KEIZERSGRACHT 473-479, AMSTERDAM, TEL. 49200

Looden en Verloode Apparaten

Plaatloodbekleeding en homogeen verlooding van reservoirs, bakken, baden, ketels enz., voor de Chemische, Galvanische, Kunstzijde-industrie
Meer dan 20-jarige ervaring in Zwavelzuurfabrieken

Loodbr. en Constr. werkplaats „VLAARDINGEN"

HOFLAAN 34 — VLAARDINGEN — TEL. R'DAM 67308
TEL. VLAARDINGEN 3093

Mechanica Machinefabriek

Wassenaarstr. 22 - Delft - Tel. 975-1123

Precisie
draaiwerk
fraiswerk
schaafwerk
Harden

In- en uitwendig slijpen • Seriewerk • Lichte constructie

Voor het laten vervaardigen van

kleine geperste metalen massaproducten
tot max. dikte van 1 mm

moet u zijn bij:

METAALWARENFABRIEK „PERSTAM"

OOYSEWEG C 110, ZEVENAAR.

TEL. 326 (K. 8360)

Zendt bij uw aanvragen monster of schets en aantallen.

N.V. ALGEMENE BOUWONDERNEMING

„ALBOUW" BREDA

KANTOOR: DELPRATSINGEL 1 — TELEFOON 7141

HEIFUNDERINGEN
UTILITEITSWERKEN GEWAPEND BETONWERKEN

WOLTER & DROS OPGERICHT 1875

INGENIEURSBUREAU AMERSFOORT

BIJKANTOREN: AMSTERDAM, ROTTERDAM EN VUGHT

CENTRALE VERWARMING
FABRIEKSINSTALLATIES DOOR STOOM EN HEET WATER
LUCHTBEVOCHTIGING EN ONTNEVELING
OLIESTOOKINRICHTING
INDUSTRIEELE DROOGINSTALLATIES

Machinefabriek

„De Volharding"

Groningen
Noorderstationsstr. 60-64
Tel. 21871

Reparaties aan alle soorten machines en motoren

H. J. TJADEN & ZONEN C.V. - HAARLEM

TELEFOON K 2500—15376 NA 18 UUR 23083

GRONDBORINGEN
WATERVOORZIENING
BRONBEMALING

„SPUITGIETERIJ NIJMEGEN"

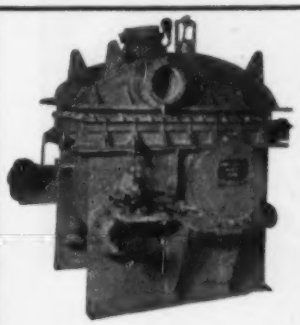
Weurtseweg 44, Tel. 22560 - NIJMEGEN

★

Massa-artikelen volgens tekening, voor iedere industrie. Aluminium-alliages, zink, Zamak, etc.

Enorme besparing tegenover andere fabricagemethodes

Vraagt vrijblijvend inlichtingen.



Oliver Filters voor het ontparaffineren van olie

Dorr

classificeer-, meng- en indikapparaten

Oliver

trommel- en schijvenfilters en Sweetland drukfilters

worden overal ter wereld gebruikt in ertsverwerkingsinstallaties, loog- en wasinstallaties, olieraffinaderijen en voor de fabricage van cement, kalkmelk, suiker, papier, kunstmest en vele andere stoffen.

Ook voor:

Rioolwaterzuivering

en waterbehandeling leveren wij speciale apparaten en ontwerpen complete installaties.

DORRCO

DORR-OLIVER N.V.

INGENIEURSBUREAU
HERENGRACHT 478 — AMSTERDAM-C.

REEF'S

AANNEMING- EN HANDEL-MAATSCHAPPIJ n.v.

WEGEN-, GROND- en WATERWERKEN

OLDENZAAL
Telefoon 387
Stoemstraat 71

VOORBURG
Telefoon 778724
Park Leeuwenstein 1

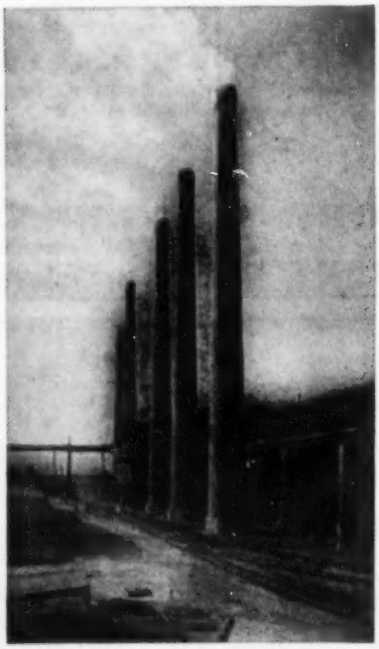
nederhorst
gouda

- betonwerken
- utiliteitsbouw
- fabrieksbouw
- wegenbouw
- waterbouw
- grondwerken
- heiwerken

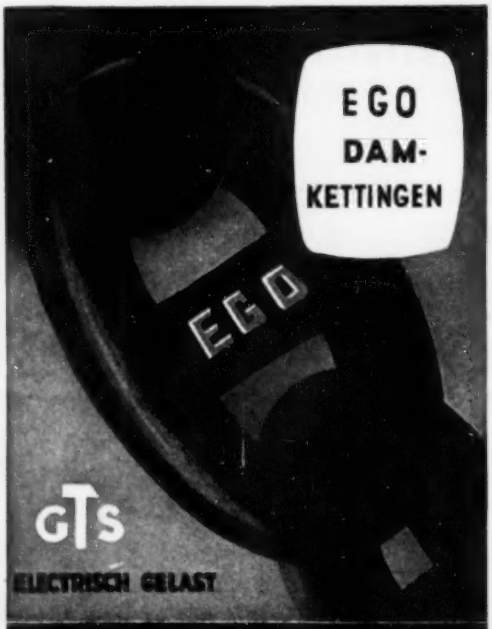
Vibro in den grond gevormde betonpalen

N.V. tot Aanneming van Werken v/h H. J. Nederhorst
Turfmarkt 8 - Gouda Telefoon 2631

CANOY-HERFKEN'S STEENFABRIEKEN N.V.
VENLO



FABRIEKSSCHOORSTEENBOUW



N.V. KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE
GROFSMEDERIJ-LEIDEN

SMITHS INDUSTRIALS INSTRUMENTS LDT.

Uit voorraad leverbaar:
Handtachometers directe aflezing per minuut met 3 x verstelbare aanwijzing, meetbereiken tot 10.000, 20.000 en 50.000 toeren/minuut.

BUIGZAME ASSEN

ALLEENVERTEGENWOORDIGING:

„A. DE JONG T.H." n.v.

ROTTERDAM MATHENESSERLAAN 341 TEL 50341-52136

Hij pronkt met zijn veren

Ook U zult trots zijn op onze veren, wanneer Uw machines of apparaten na vele jaren dienst, nog steeds betrouwbaar hun taak verrichten, mede dank zij de goede kwaliteit van de door ons vervaardigde veren.

TEVEMA
FABRIEK VAN TECHNISCHE VEEREN
TELEFOON 45865-37861. DIR. 36343
AMSTERDAM-C, Keizersgracht 802

„TENDER"
sleepboot van de Kon. Rott. Lloyd, uitgerust met 200 epk M.A.N.-scheepsdieselmotor en RENK oliedrukkeerkoppeling

DIESEL-MOTOREN

voor stationnair en scheepsgebruik
van 5 epk
tot de grootste vermogens
levert

ROLLO N.V.
ALEXANDERSTRAAT 10, DEN HAAG, TEL. 180975

ALTA Stalen

RAMEN
DEUREN
FRONTEN

Zandstralen
is een eerste vereiste

Metalliseren
brengt Uw onderhoudskostenrekening omlaag

Constructie en Machinefabriek ALTA N.V.
Binckhorstlaan 301 - Den Haag

Kon. Mij. „De Schelde"

N.V.
Scheepswerf, Machinefabriek en Constructie werkplaatsen te Vlissingen
Opgericht 1875

WIJ LEVEREN OOK:

OLIESTOOKINRICHTINGEN

GAAS
TRANSPORTBANDEN
BANDTRANSPORTEURS

JONGE POERINK
BORNE - TELEFOON 541

TROLLEY- EN ROLLENBANEN
KETTINGTRANSPORTEURS
KOGELBANEN
HEKWERKEN
ZEVEN
enz.

AFS
ACCUMULATORENFABRIEK "SCHIEDAM"
MAASSTRAAT 41 · VLAARDINGEN · HOLLAND

STOOMKETELS

IN- EN VERKOOP
van
Lancashire, Cornwall,
Vlampijp- en Waterpijp-
ketels en Drukvaten
*
Alle typen uit voorraad
leverbaar

Ingenieurs Bureau S.K.S.

Heemskerkstraat 14 te Delft, Telefoon no. 2977 - Wilhelminalaan 28 te Purmerend, Telefoon no. 143 - Floris Versterstraat 52, Arnhem